



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

REALIZACE VZOROVÉHO SKLADOVÉHO SYSTÉMU VE VÝROBNĚ INFORMAČNÍM SYSTÉMU COMES

IMPLEMENTATION OF SAMPLE STORAGE SYSTEM IN THE MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM
COMES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Marcel Štoudek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Pásek, CSc.

BRNO 2016

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Automatizační a měřicí technika**

Ústav automatizace a měřicí techniky

Student: Marcel Štoudek

ID: 154890

Ročník: 3

Akademický rok: 2015/16

NÁZEV TÉMATU:

Realizace vzorového skladového systému ve výrobně informačním systému COMES

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Vytvořte koncepci univerzálního vzorového příkladu skladového systému v COMES s funkcemi: rozhraní na čtečky čárových kódů, tisk čárových kódů, příjemky a výdejky, evidence skladových pozic, podpora inventury, reporty.

Cíle BP:

1. Proveďte rešerše problematiky řízení skladových systémů.
2. Proveďte analýzu programového prostředí COMES.
3. Navrhněte koncepci tvorby skladových systémů.
4. Navrhněte a realizujte program skladového systému v modulu COMES Modeller.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Firemní dokumentace COMPAS s.r.o.

Termín zadání: 8.2.2016

Termín odevzdání: 23.5.2016

Vedoucí práce: Ing. Jan Pásek, CSc.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Aleš Stehno

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc., předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření vzorového skladového systému v programovém prostředí COMES od firmy COMPAS Automatizace s. r. o., sídlo Žďár nad Sázavou. Skladový systém je naprogramován v modulu COMES Modeller a řadí se mezi systémy MES.

Klíčová slova

MES, výrobně informační systém, COMES, skladový informační systém

Abstract

The main goal of this bachelor's thesis was to create a sample of warehouse system in the programming environment COMES from COMPAS Automatizace s. r. o., the seat of Žďár nad Sázavou. Warehouse system is programmed in the module COMES Modeller and belongs to the MES systems.

Keywords

MES, manufacturing execution system, COMES, warehouse management system, WMS

Bibliografická citace:

ŠTOUDEK, M. *Realizace vzorového skladového systému ve výrobně informačním systému COMES*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2016. 49s. Vedoucí bakalářské práce byl Ing. Jan Pásek, CSc.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Realizace vzorového skladového systému ve výrobně informačním systému COMES jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: **23. května 2016**

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Janu Páskovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce a dále děkuji odbornému konzultantovi z firmy COMPAS Automatizace s. r. o., panu Ing. Aleši Stehnovi, za cenné rady a pomoc při tvorbě této bakalářské práce.

V Brně dne: **23. května 2016**

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod	11
1.1	Cíl práce	11
1.2	Úvod o automatizaci a místo skladového systému v řízení podniku	11
1.2.1	ERP (Enterprise Resource Planning)	12
1.2.2	MES (Manufacturing Execution Systems).....	12
1.2.3	SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)	13
1.3	Řízení skladových systémů a jejich problematika	13
1.3.1	Problematika skladových systémů	14
2	Programové prostředí COMES.....	15
2.1	Funkčnosti systému COMES	15
2.2	Základní prvky, moduly a komponenty systému COMES	15
2.2.1	Modul COMES CCI.....	17
2.2.2	Modul COMES Logon	17
2.2.3	Modul COMES Historian	17
2.2.4	Modul COMES Modeller.....	18
2.2.5	Modul COMES Traceability	19
2.2.6	Modul COMES Batch	20
2.2.7	Komponent COMES CLIENT	20
2.2.8	Komponent COMES WATCHDOG.....	20
2.2.9	Komponent COMES LOGON WinCC autorizační klient	21
2.2.10	Komponent COMES LOGON klient	21
3	Vznik řídicích skladových systémů.....	22
3.1	MES systém IMPROVE IT!	22
3.2	AIMTEC a. s.	24
3.2.1	Systém DCIx	24
3.2.2	Systém SAP.....	24
3.3	ERP Karat	25
4	Realizace vzorového skladového systému	26
4.1	Struktura skladu	26
4.1.1	Tabulka MAIN	27
4.1.2	Tabulka POSITION	28
4.1.3	Tabulka STOCK.....	28
4.1.4	Tabulka INPUT	29

4.1.5	Tabulka MATERIAL	30
4.1.6	Tabulka MAINHIST	30
4.1.7	Tabulka OUTPUT	31
4.2	E-R diagram	31
4.3	Editor skriptů, tvorba SQL procedur, komb a formulářů	32
4.3.1	Vytváření kódu	33
4.3.2	SQL procedury	34
4.3.3	Komba	35
4.3.4	Formuláře	36
5	Popis ovládání a princip fungování skladu	37
5.1	Princip fungování	37
5.2	Přihlášení do systému a hlavní obrazovka skladového systému	37
5.3	Číselníky	38
5.3.1	CiselnikMaterialu	38
5.3.2	OznaceniMaterialu	39
5.3.3	CiselnikSkladu	40
5.4	Reporty	40
5.4.1	Prijemka	40
5.4.2	Vydejka	42
5.4.3	Inventura	43
5.4.4	ReportMaterialu	44
5.5	Filtrace dat	44
6	Závěr	46

Seznam obrázků

Obrázek 1.1 Systém EPM - vrstvy řízení podniku.....	12
Obrázek 2.1 Architektura systému COMES	16
Obrázek 2.2 Loga základních modulů	17
Obrázek 2.3 Modul Logon	17
Obrázek 2.4 Modul Historian	18
Obrázek 2.5 Modul Modeller	19
Obrázek 2.6 Modul Traceability	19
Obrázek 2.7 Modul Batch	20
Obrázek 3.1 Ukázka mapy skladu v systému IMPROVE IT!.....	23
Obrázek 3.2 Schéma procesů, které má na starosti systém DCIXWMS (oranžová barva)	24
Obrázek 3.3 Ukázka systému KARAT	25
Obrázek 4.1 Tabulkový diagram.....	26
Obrázek 4.2 Umístění tabulkového diagramu v Modelleru	26
Obrázek 4.3 Schéma tabulky Main	27
Obrázek 4.4 Schéma tabulky Position	28
Obrázek 4.5 Schéma tabulky Stock	28
Obrázek 4.6 Schéma tabulky Input	29
Obrázek 4.7 Schéma tabulky Material	30
Obrázek 4.8 Schéma tabulky MainHist	30
Obrázek 4.9 Schéma tabulky Output	31
Obrázek 4.10 E-R diagram.....	32
Obrázek 4.11 Editor skriptů	33
Obrázek 4.12 Vytváření objektu v Editoru skriptů	33
Obrázek 4.13 Pomocník pro SQL kód	34
Obrázek 4.14 Ukázka SQL procedury pro formulář Inventory	35
Obrázek 4.15 SQL procedura pro kombo MaterialCombo	35
Obrázek 4.16 HTML kód pro kombo MaterialCombo	36
Obrázek 4.17 Zdrojový kód pro formulář Inventura.....	36
Obrázek 5.1 Schéma fungování skladového systému	37
Obrázek 5.2 Přihlašovací obrazovka do systému a seznam formulářů	38
Obrázek 5.3 Formulář CiselnikMaterialu.....	38
Obrázek 5.4 Formulář pro vytvoření čárových kódů	39
Obrázek 5.5 Vzhled vytisknutého souboru s čárovými kódy.....	39

Obrázek 5.6 Formulář pro definici skladu	40
Obrázek 5.7 Formulář pro definici skladových pozic	40
Obrázek 5.8 Formulář Příjemka	41
Obrázek 5.9 Formulář pro detail příjemky	41
Obrázek 5.10 Kombo pro výběr materiálu	41
Obrázek 5.11 Kombo pro přiřazení místa ve skladě	42
Obrázek 5.12 Formulář Vydejka	42
Obrázek 5.13 Formulář s detailem výdejky	42
Obrázek 5.14 Upravené kombo na výběr pozice pro výdejku	43
Obrázek 5.15 Formulář pro inventuru	43
Obrázek 5.16 Formulář ReportMaterialu	44
Obrázek 5.17 Roletové menu filtrace	45
Obrázek 5.18 Formulář ReportMaterialu po filtraci	45

1 ÚVOD

1.1 Cíl práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je vytvořit teoretický podklad k řízeným skladovým systémům, který bude pojednávat o problematice tvoření, zařazení skladových systému v řízení podniku a také o koncepci tvorby. Z vytvořeného teoretického přehledu a získaných zkušeností vznikne návrh vzorového skladového systému splňující základní specifikace, který každý jednoduchý systém pro řízení skladu má obsahovat.

Dalším bodem bude rozbor programového prostředí COMES, což je aplikace poskytnuta od firmy COMPAS Automatizace s. r. o. Na závěr dojde k realizaci návrhu skladového systému ve zmiňovaném programovém prostředí – konkrétně v modulu COMES Modeller.

1.2 Úvod o automatizaci a místo skladového systému v řízení podniku

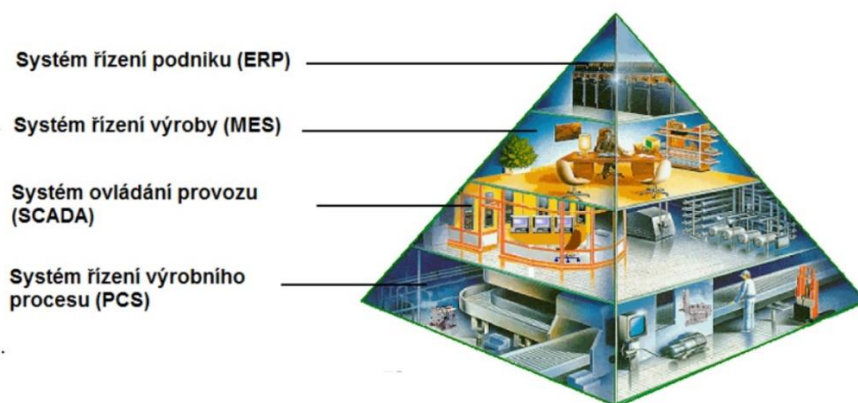
Jako hlavní cíl automatizace je považován návrh systémů, které usnadňují život člověka tím, že ho zbavují fyzického a psychicko-smyslového přetěžování. Člověkově pomáhají jím vytvořené mechanismy a prostředky, které jsou vestavěny do větších celků, nazývaných automatizační systémy. Čím byly tyto systémy dokonalejší, tím rostl počet informací, které jim byly potřeba zadávat. Rostla důležitost komunikace, rozhodování a zpracování informací. Řešené problémy byly tak složité, že na to sám člověk nestačil a potřeboval nějaký stroj. Pozdější vyvinutí mikropočítačů člověku toto řešení problému velice usnadnila.[2]

Činnost člověka obecně v automatizaci přebírají automaty, počítače a prvky umělé inteligence, proto nedílnou součástí automatizace je i řízení. Teoretická disciplína zabývající se řízením je vědní obor s názvem kybernetika, která se dále dělí na teoretickou a aplikovanou. Jako zakladatel kybernetiky je považován americký matematik Norbert Wiener, který jako první zpracoval teorii zpětnovazebních systémů řízení a popsal ji ve své knize Kybernetika neboli řízení a sdělování v živých organismech a strojích (anglicky Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machines) z roku 1948.[3]

Od vzniku kybernetiky jako vědního oboru pronikala kybernetika do všech oblastí lidského konání a stala se nástrojem mnoha mezioborových aplikací. Její rozvoj a využití šly ruku v ruce s rozvojem mikroelektroniky a výpočetní techniky. Není divu, že tento vývoj zasáhl i automatizaci a řízení výrobních podniků. Dopad na řízení podniků byl v posledním desetiletí velmi dramatický a v současnosti přináší změny a řešení přímo revoluční.

Řízení samotného podniku se dělí do několika vrstev:

- Systém řízení podniku (ERP)
- Systém řízení výroby (MES)
- Systém ovládání provozu (SCADA)
- Systém řízení výrobního procesu (PCS).[2]



Obrázek 1.1 Systém EPM - vrstvy řízení podniku

1.2.1 ERP (Enterprise Resource Planning)

Systém ERP představuje obchodní část počítačového systému podniku, pracuje tak s objednávkami, technickými a kvalitativními specifikacemi surovin a výrobků, s požadavky na materiál, cenami a dalšími údaji se vztahem k obchodním činnostem podniku.[2]

1.2.2 MES (Manufacturing Execution Systems)

Úkolem systému MES je integrovat systém řízení technologického procesu PCS a ERP do celopodnikového informačního systému EPM (Enterprise Production Management). MES dokáže oproti ERP monitorovat kvalitu výroby, aktuální stav výroby a operativně řídit výrobu v reálném čase. MES propojuje obchodní část počítačového systému podniku ERP a řízením provozu SCADA. Mezi hlavní funkčnosti MES patří tyto oblasti:

- Krátkodobé rozvrhování pro vytvoření pořadí zpracování výrobních dávek na výrobních zařízeních
- Přidělování zdrojů a kapacit pro stroje, nástroje apod. pro vytvoření předpokladu splnění daného výrobního plánu a sledování tohoto plánu
- Dispečerské řízení krizových a nestandardních situací
- Správa dokumentace
- Sledování toku materiálu a cesty produktu
- Analýza výkonnosti, sledování pracovníků
- Řízení údržby, ovládání procesů
- Sběr dat a jiné.[2]

1.2.3 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

Systém SCADA spojuje programovatelné automaty a umožňuje sledovat technologický provoz a zároveň do technologického provozu zasahovat prostřednictvím povelů pro řídicí systém. Realizuje se pomocí PC a systémového software.[2]

Systém SCADA nabízí tyto informace:

- Provozně-technické (jestli měřicí/ovládací napětí je v pořádku, jestli stroj byl zapnut a běží v pořádku/je úspěšně ukončen aj.)
- Poruchové (porucha ovládacího/měřicího napětí, porucha nájezdu zařízení aj.)
- Statistické (provozní doba pohonů a jiných zařízení, vyhodnocování poruchových stavů aj.)
- Bilanční (informace o energetických a materiálových tocích – spotřeba energie, hodinové výkony toku materiálu aj.)
- Logistické (informace o materiálových tocích v závislosti na sortimentu – stavy zdrojových a cílových zásobníků u sypkých a kapalných látek, stavy skladů u kusových výrobků aj.)[2]

Propojením systému SCADA s programovatelnými automaty vzniká nejnižší úroveň řízení výrobního podniku, která se nazývá systém řízení technologických procesů.[2]

1.3 Řízení skladových systémů a jejich problematika

Řízení skladových systémů WMS (Warehouse Management System) má na českém trhu velké zastoupení. V systémech ERP (viz. 1.2.1) se objevuje pojem skladové hospodářství a někteří pracovníci si WMS s tímto pojmem pletou. Pravda je taková, že jsou velmi rozdílné. Skladové hospodářství v systémech ERP představuje účetní a množství evidenci skladového materiálu. Víme, co nabízíme a jakou to má hodnotu, ale nevíme přesné informace o tomto materiálu (výrobku) jako např. z jakých dílů a polotovarů je tento výrobek zhotoven, kdy vznikl, na jakém místě je uložen, kdy došlo k naskladnění, kdy došlo k expedici, jakou má výrobek šarži, jaký má čárový kód, jaké má optimální zásoby pro plynulé vydávání výrobků (pro vyšší spokojenost zákazníka) ze skladu aj.[9]

Oproti tomu systém řízeného skladu WMS disponuje daleko detailnějším popisem. Obsahuje velmi podrobnou evidenci jednotlivých položek. Když uživatel k tomuto systému přistoupí, dozví se přesnou polohu výrobku, kolik obsahuje kusů, kdy který kus byl naskladněn atd. Obecně obsahuje vše, co ve skladovém hospodářství v ERP systémech chybí, tudíž WMS systémy se řadí do vrstvy MES v řízení podniku.[9]

Skladový informační systém se hodí pro všechny firmy, které se zabývají určitou výrobou (strojírenskou, textilní aj.) nebo přímo prodejem. Obecně firmy, které vlastní sklad. Pořízení WMS s sebou přináší mnoho výhod jako např. větší využitelnost skladové kapacity, zefektivnění práce skladové obsluhy (nemusí si pamatovat přesnou polohu zboží, vše najde v informačním systému), snížení počtu reklamací, zrychlení inventury aj.[9]

1.3.1 Problematika skladových systémů

WMS přináší mnoho výhod do podniku, ale také přináší problematiku se zavedením, nebo renovací tohoto systému. Dochází k různým neshodám a diskuzím ohledně plánovaného řešení. Obecně se neshody dají rozdělit do dvou skupin:

- Rozdílné chápání systému
- Rozdílné cíle.[8]

1.3.1.1 Rozdílné chápání systému

K této neshodě dochází mezi dodavatelem WMS a managementem podniku. Management vidí v novém WMS nástroj pro dosažení určitých cílů podniku (zpřehlednění skladů, zefektivnění výroby, obsluhy, údržby aj.), ovšem toto vede někdy k takovému problému, že dodavatel přesně nepochopí jejich vizi (důvodem je neznalost systému ze strany managementu), kterou má WMS splňovat. Proto je dobré, aby dodavatel měl člověka, který se v daném oboru (kde se skladový systém zavádí) už určitou dobu pohybuje, aby pochopil přesnou definici požadovaných cílů a dodavatel je pak mohl aplikovat. Proto dodavatel musí trvat na přesném popsání skutečného průběhu provozu, neboť v případě neúplných či chybných údajů nemusí fungovat systém správně a dochází tak k časovým zpožděním. Aby se této neshodě předešlo, musí dojít k důkladné analýze už na počátku zavádění nového WMS.[8]

Při přechodu podniku na nový skladový systém se také musí počítat s tím, že uživatelé s novým systémem neumí pracovat a jsou zapotřebí různá školení. V případě neznalosti nového WMS si může uživatel svou práci hodně zkomplikovat.[8]

1.3.1.2 Rozdílné cíle management/jiná skupina

Když si management zavádí nový WMS s cílem např. zjednodušení práce, může dojít k rozporu s jinou skupinou, která se dostane se skladovým systémem do kontaktu. Např. když je jiná skupina po zavedení nového systému nucena vykonávat práci navíc – je to v rozporu s původním cílem zjednodušení práce.[8]

Jako řešení neshody pak volí dodavatel kompromis či jinou variantu, která původní cíl splní, nebo alespoň částečně.[8]

2 PROGRAMOVÉ PROSTŘEDÍ COMES

COMES je programové prostředí vyvinuté společností Compas automatizace, spol. s r. o. se sídlem ve Žďáře nad Sázavou a založenou roku 1990. Systém je na trhu od roku 2005 a od této doby prošel mnoha inovacemi a změnami. Také získal mnoho ocenění – IT Projekt roku 2009, certifikace pro běh operačního systému Windows Server (získání loga Works with Windows Server 2008 R2). Jedná se o výrobní informační systém MES tvořící přechod v podnikové hierarchii mezi celopodnikovými IT systémy (ERP) a řídicími systémy technologií (MCS). Aktuálně se nachází ve verzi 3.[1]

Výrobní informační systémy, nazývané též systémy pro operativní plánování a řízení výroby, poskytují podnikům funkce, které je možné využít pro optimalizaci aktivit podniku. Účelem těchto systémů je poskytovat operativní informace pro okamžité řízení a optimalizaci výrobních procesů.[1]

Název COMES vznikl spojením slov COMPAS MES systém. Prioritami tohoto systému je zefektivnění řízení podniku, synchronizace pracovního týmu a výrobních procesů a zajištění plné implementace automatizace technologií s podnikovým řízením úrovně ERP. Systém COMES vychází z mezinárodních standardů a norem: ASI/ISA-95, ANSI/ISA-88 a požadavků regulačních orgánů pro věrohodné dokumentování výroby 21 CFR, která zahrnuje práci s elektronickými podpisy a ochranu elektronických záznamů.[1]

2.1 Funkčnosti systému COMES

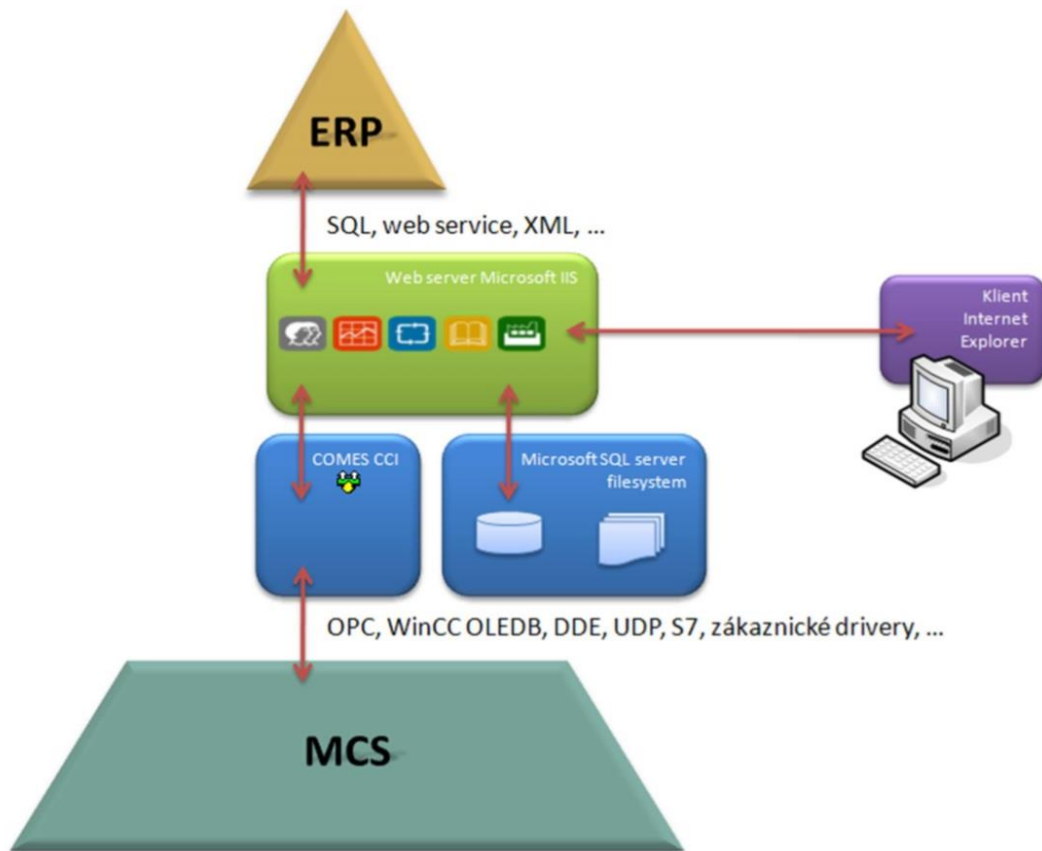
- Sběr výrobních dat
- Sledování výroby a historie výrobních operací
- Označování materiálů a výrobků
- Specifikace produktů a jejich správa
- Sběr výrobních dat (kusy, postoje, vady)
- Operativní řízení výroby
- Plánování a optimalizace výrobních sérií
- Evidence pracovníků ve výrobě
- Plánování a řízení údržby a jiné[1]

2.2 Základní prvky, moduly a komponenty systému COMES

Ovládání systému je založeno na čerpání zvyklostí z PC a pohybu v prostředí Windows programů. Architektura je založena na principu klient/server, přičemž klientem je webové rozhraní Internet Explorer. Systém používá i IT technologie společnosti Microsoft: Windows Server, .NET Framework, SQL Server. COMES se skládá z několika modulů, které funkčně doplňují jednotlivé komponenty. Každý modul zajišťuje základní funkčnosti:[1]

- Zobrazení logů modulu (Systémový log a Audit Trail – záznam o změnách, všechny změny v modulu jsou ukládány do databáze, změny je možno prohlížet a filtrovat)
- Nastavení oprávnění modulu, specifikace funkcí povolených jednotlivým skupinám uživatelů
- Správa modulu (nahrávání licence modulu přes webové rozhraní, import/export jazykových textů modulu)
- Systémové informace, zobrazení stavu serveru systému COMES.[1]

Architekturu systému zobrazuje následující obrázek:[1]



Obrázek 2.1 Architektura systému COMES [1]

COMES má několik základních druhů modulů:

- COMES CCI
- COMES Logon
- COMES Historian
- COMES Modeller
- COMES Traceability
- COMES Batch
- COMES CLIENT
- COMES WATCHDOG
- COMES LOGON WinCC autorizační klient
- COMES LOGON klient.[1]



Obrázek 2.2 Loga základních modulů [1]

2.2.1 Modul COMES CCI

Tento modul slouží jako komunikační rozhraní v prostředí COMES, jedná se o klient/server aplikaci a zajišťuje komunikaci systému s úrovní MCS. Serverová část se obvykle nachází co nejbližže zdroji dat (aby se předešlo ztrátě dat v případě výpadku komunikace), klientská část je součástí jednotlivých modulů COMES.[1]

2.2.2 Modul COMES Logon

Modul Logon je základní modul systému COMES. Zajišťuje správu uživatelů a uživatelských skupin, přihlašování uživatelů, zálohy systému a zároveň poskytuje data všech modulů uživateli systému.[1]

Logon vychází z mezinárodního standartu ANSI/ISA-95. Veškeré změny, které se provedou v modulu, jsou automaticky ukládány v záznamu Audit Trail. Zároveň tento modul slouží jako vstupní brána pro ostatní moduly a jejich diagnostiku.[7]



Obrázek 2.3 Modul Logon [1]

Při instalaci prostředí je tento modul povinný a musí být nainstalován vždy, ostatní moduly jsou volitelné.

2.2.3 Modul COMES Historian

Tento modul zajišťuje dlouhodobou archivaci, ukládání, analýzy a sběru technologických dat z řídicích systémů. Uložená data dokáže i zpětně prezentovat dvěma typy: trendy

(grafy) a hlášení (tabulky). Tyto data lze pak podle uživatele různě filtrovat a lze je přímo z modulu exportovat/importovat do formátu CSV.[1]

Při analyzování uživatelských trendů je možné přistoupit k velkému množství úprav pro lepší orientaci lepší práci s daty – výběr zobrazených veličin, nastavení časového úseku, zoom části grafu, porovnání dvou různých trendů aj. Pokud dojde k problémům s kvalitou výroby, je možné zobrazit si výrobní data technologie v průběhu výroby. Pro externí zpracování trendů a analýzy výrobního procesu lze exportovat data do formátu Microsoft Office (XLS).[4]

COMES Historian je samostatně využitelný modul. Je to univerzální aplikace pro využití nad řídicími systémy různých výrobců (např. SIEMENS Simatic PCS7). Největší využití modulu je v procesním průmyslu (energetika, strojírenství aj.).[4]



Obrázek 2.4 Modul Historian [1]

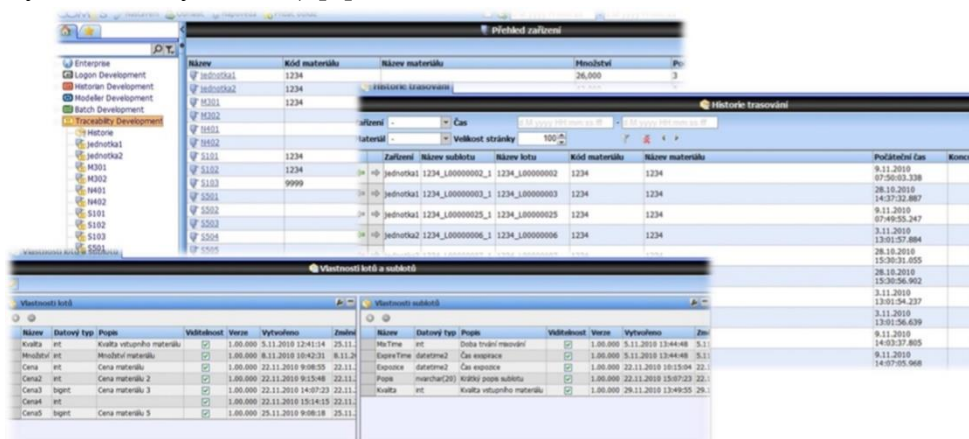
2.2.4 Modul COMES Modeller

Modul Modeller slouží k tvorbě uživatelských aplikací v systému COMES. Tento modul je plně uživatelsky konfigurovatelný, obsahuje velké množství funkcí, nástrojů, filtrů a editorů. Obecně slouží v modelování dat na informace použitelné pro optimalizaci a efektivnějšímu řízení výrobních procesů. Tyto data lze získat z technologického procesu z ručních zápisů operátory do systému, nebo externě z databází či souborů.[1]

Výstupem jsou přehledy a protokoly (textová i grafická forma), které se zobrazují na obrazovce, tisknout se nebo exportují (tradičně formát PDF).[1]

2.2.5 Modul COMES Traceability

V případě, když dojde k podezření na vadu v jakosti výrobku, umožňuje tak systém zpětné trasování v informacích výrobní historie, a tak usnadňuje dopátrání se příčiny neshody. K sledování se využívá technologií pro označování materiálů a jejich množství (např. systém čárových kódů).[1]



19

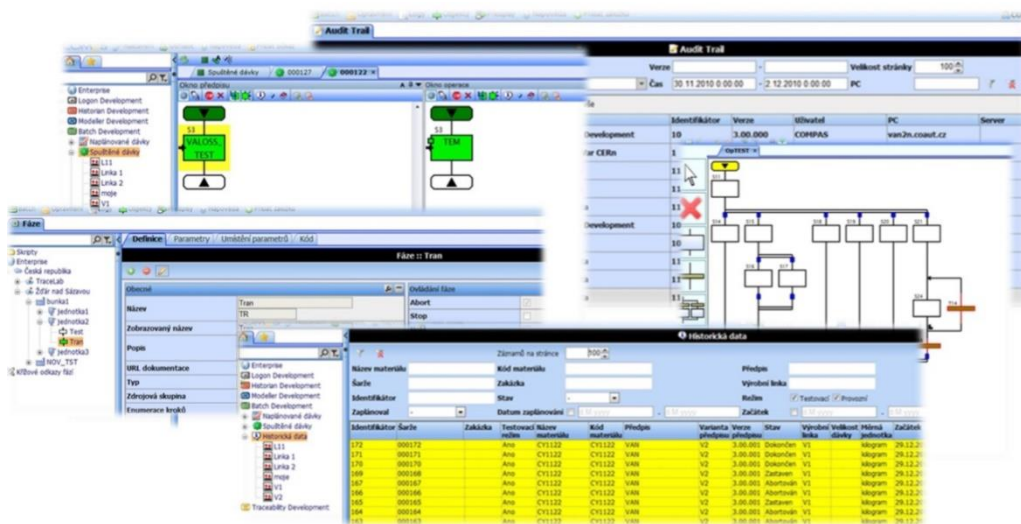
2.2.6 Modul COMES Batch

Někdy je potřeba ve výrobě řídit nespojitý výrobní proces (např. dávkové výroby), v systému COMES k tomu slouží modul Batch, který je podle předem definovaných výrobních procesů uživatelem řídit. Tento modul dokáže řídit podřadné řídicí systému (např. PLC). Batch systém umožňuje technologům měnit výrobní postupy v srozumitelném a přehledném prostředí bez nutnosti zásahu do řídicího systému.[1]

Modul obsahuje tvorbu a správu předpisů, podle kterých se výrobní procesy řídí, také generuje elektronický záznam o výrobě. Dále umožňuje komunikaci s podřadnými řídicími systémy a s ostatními moduly systému COMES. Batch vychází z mezinárodního standardu ANSI/ISA-88.[1]

Batch zahrnuje funkce jako:

- Jednoduché plánování výrobních dávek
- Spouštění výroby dávek a přidělování příslušných výrobních jednotek
- Pružné recepturové řízení výrobních dávek
- Přepisování stavů a hodnot výrobních kroků aj.[6]



Obrázek 2.7 Modul Batch [1]

2.2.7 Komponent COMES CLIENT

Tato komponenta je aplikace (Internet Explorer) sloužící k zajištění vyšší bezpečnosti operačního systému (zamezuje v přístupu do operačního systému z prostředí Internet Explorer). Používá se na operátorských stanicích se SCADA systémy, ze kterých do systému COMES přistupujeme.[1]

2.2.8 Komponent COMES WATCHDOG

Pro hlídání běhu jednotlivých modulů slouží služba operačního systému, která se jako komponenta systému COMES a nazývá se COMES WATCHDOG.[1]

2.2.9 Komponent COMES LOGON WinCC autorizační klient

Pro rozšíření možností autorizace (přihlášení) uživatelů do systému COMES slouží komponenta LOGON WinCC autorizační klient. Umožňuje v aplikaci COMES CLIENT (viz. 2.2.7) přihlásit uživatele, který je zároveň přihlášen do systému WinCC.[1]

2.2.10 Komponent COMES LOGON klient

Tento doplněk modulu Logon (viz. 2.2.2) slouží k rozšíření možnosti přihlášení uživatelů do systému COMES. Umožňuje autorizaci uživatele prostřednictvím Microsoft domény v případě, že server systému COMES není umístěn v doméně.[1]

3 VZNIK ŘÍDICÍCH SKLADOVÝCH SYSTÉMŮ

V kapitole 1.2 jsme si popsali, co řízený skladový systém WMS znamená a jaké přináší výhody. Ovšem co vedlo k vytvoření takového systému? Jaký byl podnět pro zrealizování software pro řízení skladů? Jaká byla původní myšlenka? Odpověď je jednoduchá a snadná.

Důvod vytvoření skladových systému byly samotné výhody, které tento systém nabízí. S pronikáním výpočetní techniky do průmyslové automatizace v 90. letech 20. století začali stroje a počítače stále více a více nahrazovat člověka v jednoduchých činnostech. Dnes už je počítač nenahraditelným pomocníkem v řízení každé společnosti a objevují se téměř ve všech odvětvích – strojírenství, potravinářství, chemický průmysl apod.

Začínající firma zabývající se výrobou, prodejem výrobků musela mít sklad, kde měli materiál, se kterým pracovali, uschováni. Tento sklad nemusel mít moc velkou rozlohu, stačila přilehlá místnost a obsluha skladu tak neměla problémy se ve skladě vyznat. Všechny pozice materiálů a výrobků si obsluha skladu pamatovala. S rozvojem a růstem firmy však rostli i požadavky na firmu samotnou. Bylo potřeba větších skladovacích prostor, více skladové obsluhy apod. Sklady se začali v některých případech separovat od hlavních budov, vytvářeli se nové sklady a rostla tím tak skladová kapacita. Ovšem tehdy se vyskytl problém v orientaci ve skladě, kde se jaká položka nachází. Veškeré pátrání po materiálu stálo čas, tím však zaostávala výroba, docházelo ke zpožděním a nespokojenosti zákazníků firmy.

Výše vyjmenované problémy vedly k hledání řešení. Řešení se našlo v implementaci nějakého druhu informačního systému do výroby, zapojení počítače, aby „přemýšlel a pamatoval si“ místo člověka. Zavedení informačního systému přineslo mnoho výhod a vylepšení, došlo k zpřehlednění výroby, zefektivnění práce skladové obsluhy, vylepšila se orientace ve skladě apod. S dobou se informační systémy zdokonalovaly a přinášely nové a nové technologie jako např. systém čárových kódů, RFID identifikace, mobilní terminály, reporty, evidence skladových pozic, technologie EDI a její menší verze WebEDI, VMI a mnoho jiných.

Zavedením skladového informačního systému došlo ke spojení všech informací ohledně skladových pozic, evidence, či údržby. V dnešní době hraje kvalitní skladový systém velkou roli v podnikovém řízení, proto je dodavatelů WMS na českém trhu mnoho. Zde jsou nějaké příklady jiných MES systému zabývajících se tvorbou a řízením skladových informačních systémů:

3.1 MES systém IMPROVE IT!

Tento informační systém je produkt firmy SCADA Servis s. r. o. a patří k velmi kvalitním řešením skladových informačních systémů, mezi jehož přednosti patří grafické,

uživatelsky konfigurovatelné, rozhraní (Obrázek 3.1) zobrazující mapu skladu s detailními informacemi o zboží včetně vyhledávání, vyhledávání v historii skladových pohybů, informace o zboží, historie balení výrobků, tiskové sestavy pro skladové transfery, expediční listy, stavy skladu apod.

Další důležitou vlastností systému je možnost komunikace s obchodním systémem ERP. Tuto možnost si zákazník volí dobrovolně na základě požadavků a přináší tak vymoženosti jako přenos dokumentů mezi systémy ERP a MES (dokumenty typu: inventura, nákupní objednávky, vyskladnění, deník výdeje aj.), přenos dat v reálném čase (tzn. ihned po zavedení dokladu v ERP je možné nad tímto dokladem vykonávat skladové operace), přenos všech účetních i neúčetních pohybů do ERP, automatická inventura atd.

Systém nabízí také základní procesy, se kterými každý sklad pracuje. Jsou to:

- Příjem materiálu na sklad (možnost vynucení vstupní kontroly pro zboží)
- Výdej materiálu do výroby a příjem z výroby (vazba na modul systému VÝROBA)
- Vyskladnění
- Inventura (automatická inventura s ERP)

Veškeré skladové operace se provádí v aplikaci na PC nebo v aplikaci na mobilním dotykovém terminálu, do kterého se skladníci přihlašují přes čárový kód, heslo nebo RFID kartu.[10]



Obrázek 3.1 Ukázka mapy skladu v systému IMPROVE IT!

Firma SCADA Servis s. r. o. vytváří mimo výrobně informačních systému (mimo IMPROVE IT! nabízí i reportní nástroj CitectHistorian a systém pro sběr, zobrazení a správu videí z průmyslových prostředí Longwatch) i systémy monitorovací

(CitectSCADA, SCADA Expert ClearSCADA), a také nabízí PLC automaty a bezdrátová čidla Accutech.[11]

3.2 AIMTEC a. s.

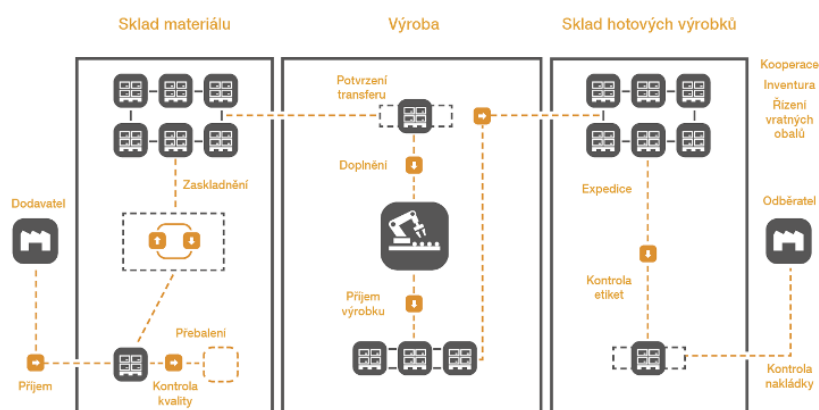
Tato společnost se sídlem v Plzni nabízí pro řízení skladu dvě alternativy – systémy DCI_x a SAP.

3.2.1 Systém DCI_x

Tento druh skladového systému integruje celý dodavatelsko-odběratelský řetězec firmy tak, že usnadňuje spolupráci se zákazníky, dodavateli a partnery pomocí technologií EDI, WebEDI a VMI. Systém DCI_x je vhodný pro všechny firmy, které se zabývají výrobním, distribučním či logistickým směrem a přináší výhody jako:

- Maximální pokrytí logistiky v jednom informačním systému
- Jednoduchý systém bez potřeby programování
- Kompatibilita s různými technologiemi (RFID, RF terminály, Pick by Voice, Pick by Light,...)
- Vrácení investice do 1 roku.

Konkrétní název systému pro řízení skladu je DCI_xWMS.[12]



Obrázek 3.2 Schéma procesů, které má na starosti systém DCI_xWMS (oranžová barva)

3.2.2 Systém SAP

Pro komplexnější firmy a zastřešení veškerých činností související s chodem firmy slouží systém SAP (část zabývající se řízením skladu má název SappyWMS) a zastupuje oblasti financí, controllingu, řízení lidských zdrojů, logistiky, výroby, dále také řízení kvality,

údržby, nebo projektové řízení. Jedná se tedy o All-in-One ERP systém. Veškeré informace uvnitř systému jsou dostupné všem uživatelům v reálném čase.

Mezi výhody patří SAP HANA databáze, která místo využívání pevných disků ukládá data do operační paměti (in-memory databáze), proto dokáže v reálném čase rychle zpracovat velký objem dat a následně je téměř okamžitě analyzovat. K datům se dá přistupovat i pomocí cloudu SAP HANA Cloud.

Mezi další výhody patří:[12]

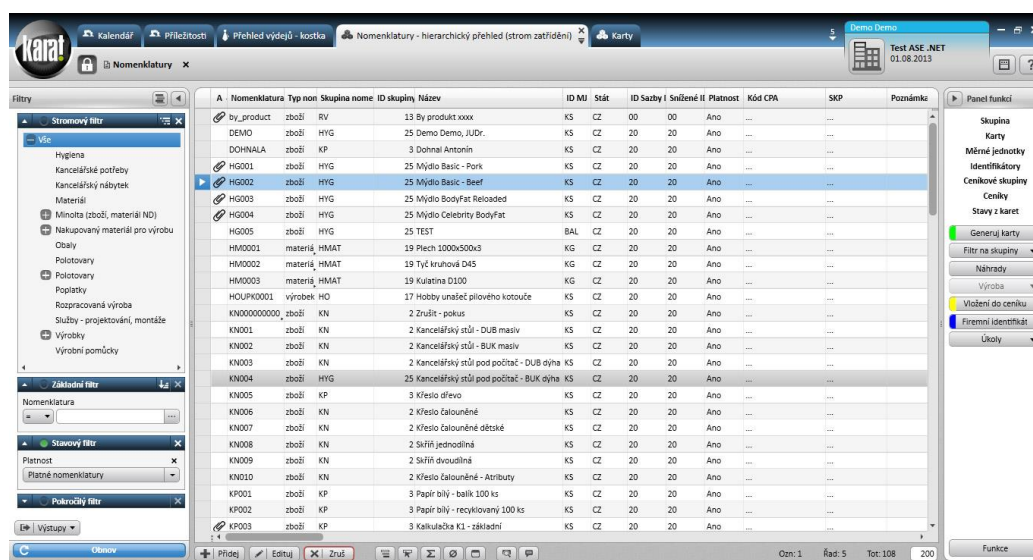
- Snížení nákladů na informační systém v rámci celé firmy
- Jednotný způsob nahlížení na firemní data

3.3 ERP Karat

Jak již název napovídá, jedná se obdobně jako u SAP (viz. 3.2.2) systému o ERP software zastřešující komplexně firmu včetně financí a řízení provozu. Tento program vyvíjí společnost KARAT Software a. s. a dostal ocenění jako IT produkt roku časopisu ComputerWorld v letech 2007-2009, 2011-2013 a 2015. [13]

Mezi přednosti patří:

- automatické přiřazování pozic pro příjem a výdej zásob
- přesná evidenci skladových zásob s možností zpětného dohledání
- podpora online práce prostřednictvím mobilních terminálů
- online inventury přes mobilní terminály



Obrázek 3.3 Ukázka systému KARAT

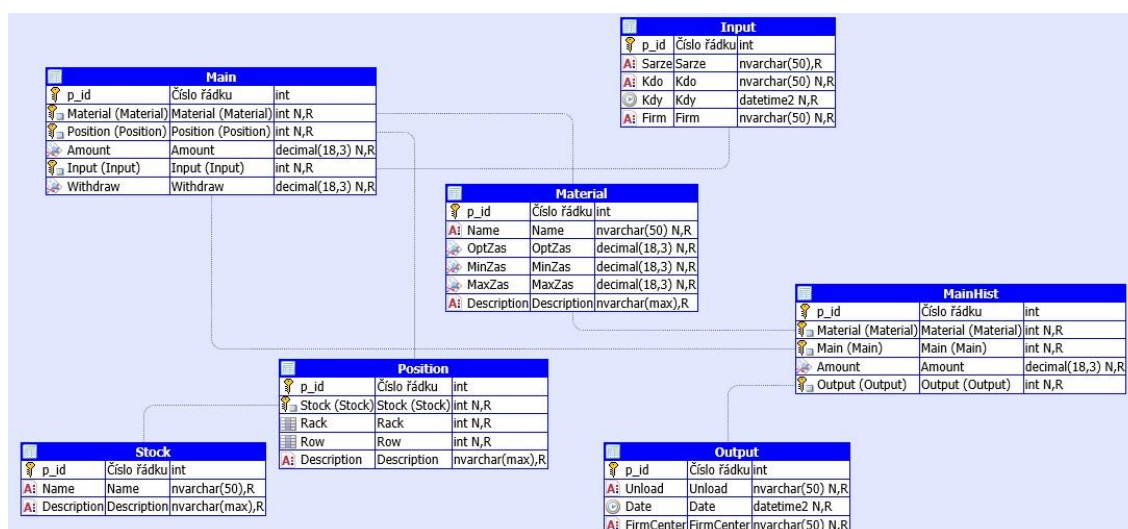
4 REALIZACE VZOROVÉHO SKLADOVÉHO SYSTÉMU

Vzorový skladový systém jsem vytvořil v aplikačním programovacím prostředí COMES, a to konkrétně v modulech Modeller (vytváření struktury skladu pomocí SQL tabulek a zdrojových kódů pomocí vestavěné funkce Editor skriptů) a Logon (pro práci se skladem). V kapitole 2 jsem stručně popsal celé programovací prostředí, ovšem teď bychom se mohli na moduly Modeller a Logon podívat trochu podrobněji, jaké tabulky a webové formuláře sklad tvoří a jak celková struktura navrhnutého skladu vypadá.

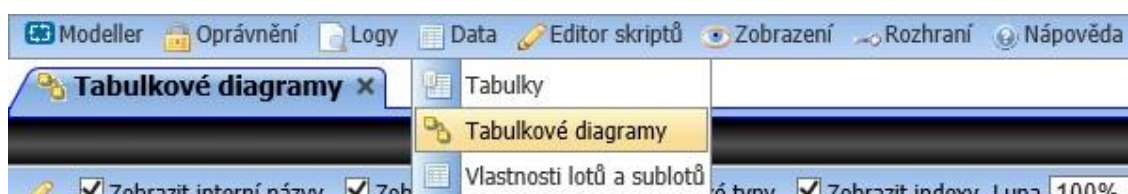
4.1 Struktura skladu

Struktura skladu je vidět na tabulkovém diagramu (Obrázek 4.1), který se mimo jiné dá přímo zobrazit i v modulu pod záložkou Data -> Tabulkové diagramy (viz Obrázek 4.2). Sklad tvoří celkem 7 tabulek, přičemž každá z nich má svůj primární klíč zastoupený ve sloupci tabulky *p_id* a je vždy typu *int* a jeho hodnota reprezentuje řádek dané tabulky.

Většina sloupců je označena symbolem N (=NOT NULL), tzn. že pokud při operaci na skladě dané pole nevyplníme, zahlásí nám program chybu a musíme informaci doplnit.



Obrázek 4.1 Tabulkový diagram








Obrázek 4.2 Umístění tabulkového diagramu v Modelleru

4.1.1 Tabulka MAIN

Tabulka Main (Obrázek 4.3) obstarává hlavní funkci naprogramovaného skladu – je to tabulka, do které se ukládají data na základě příjmu zboží (příjemek – tabulka *Input* viz odstavec 4.1.4) a slouží dále k přesnějšímu popisu zboží jako je pozice na skladě, dostupné množství, o jaký materiál jde apod.

Tabulku tvoří sloupce (na obrázku řádky):

Main		
 p_id	Číslo řádku	int
 Material (Material)	Material (Material)	int N,R
 Position (Position)	Position (Position)	int N,R
 Amount	Amount	decimal(18,3) N,R
 Input (Input)	Input (Input)	int N,R
 Withdraw	Withdraw	decimal(18,3) N,R

Obrázek 4.3 Schéma tabulky Main

4.1.1.1 Material

- jedná se o odkaz na tabulku *Material*, je typu *int* (veškeré odkazy na jiné tabulky jsou vedené jako *int*, neboť ukazují na primární klíč odkazované tabulky), nemůže být nulová hodnota – musíme vždy něco na sklad přijmout.

4.1.1.2 Position

- další odkaz, tentokrát na tabulku *Position* s podrobnějším popisem o místě uložení materiálu, typu *int*.

4.1.1.3 Amount

- hodnota *decimal(18,3)*, tzn. desetinné místo o maximální délce 18 čísel, přičemž za desetinou čárkou se zaokrouhluje na 3 platné číslice, jedná se o pole, které nám značí množství zboží, které se přijmulo na sklad. Nenulová hodnota – přijmeme vždy určité množství

4.1.1.4 Input

- odkaz na tabulku popisující hlavní údaje pro příjemku, typu *int*. Zde nenulová hodnota proto, že musí být dokument o příjmu zboží. Pokud není -> žádný materiál na sklad nepřibude.

4.1.1.5 Withdraw

- hodnota *decimal(18,3)*, značí množství materiálu, které se odebralo z dané položky skladu. Zde mohla být i nulová hodnota, ale zvolil jsem opak, abych si ušetřil práci s kódem, kde by mohlo dojít k problému při odečítání, kdy by se od čísla měl odečíst

znak *NULL*, proto se jedná o nenulovou hodnotu, přičemž výchozí hodnota je nastavena na číslo 0.

4.1.2 Tabulka POSITION

Tato tabulka (Obrázek 4.4) má na starost ukládat informace o poloze. Skládá se ze sloupců:

Position		
 p_id	Číslo řádku	int
 Stock (Stock)	Stock (Stock)	int N,R
 Rack	Rack	int N,R
 Row	Row	int N,R
 Description	Description	nvarchar(max),R

Obrázek 4.4 Schéma tabulky Position

4.1.2.1 Stock

- odkaz na tabulku *Stock*, typu *int*.

4.1.2.2 Rack

- sloupec typu *int* a značí číslo regálu. Může nabývat hodnot větších než 0.

4.1.2.3 Row



- stejný jako sloupec *Rack*, ale značí číslo řady.

4.1.2.4 Description

- sloupec, do kterého se může napsat podrobnější popis dané skladové pozice. Typu *nvarchar(max)*, což je unicode řetězec o neomezené délce.

4.1.3 Tabulka STOCK

Tabulka (Obrázek 4.5) s jednoduchým úkolem – definice skladu a jeho názvu. Zvolil jsem tento způsob pro lepší přehled. Toto řešení také umožňuje lehké rozšíření skladu o další budovy. Skládá se ze dvou hlavních sloupců – **Name** (*nvarchar(50)*) - unicode řetězec s délkou 50 znaků, může být nulová hodnota pro možnost založení skladu bez jména při

Stock		
 p_id	Číslo řádku	int
 Name	Name	nvarchar(50),R

Obrázek 4.5 Schéma tabulky Stock

potřebě rychlého naskladnění a v případě žádného volného místa u stávajících skladových pozic) a **Description** (slouží pro popis skladové budovy, stejně jak u tabulky *Position*).

4.1.4 Tabulka INPUT

Jednoduchá tabulka (Obrázek 4.6) obsahující základní informace o příjemce. Nezbytná část struktury pro naskladnění (respektive přidání) zboží na sklad. Základní informace

Input		
 p_id	Číslo řádku	int
 Sarze	Sarze	nvarchar(50),R
 Kdo	Kdo	nvarchar(50) N,R
 Kdy	Kdy	datetime2 N,R
 Firm	Firm	nvarchar(50) N,R

Obrázek 4.6 Schéma tabulky Input

jsou:

4.1.4.1 Sarze

- *nvarchar(50)* – unicode řetězec s maximální délkou 50 znaků, ukládá údaj o šarži materiálu, pokud nějaká je (může mít hodnotu NULL)

4.1.4.2 Kdo

- informace o osobě, která zboží naskladnila, nemůže být nulový, musí být doloženo pro případné problémy s materiálem

4.1.4.3 Kdy

- datum a čas naskladnění (ve formátu dd.mm.rrrr h:mm)

4.1.4.4 Firm

- tento sloupec říká, od jaké firmy (osoby,...) příjemka pochází

4.1.5 Tabulka MATERIAL

Další důležitá tabulka (Obrázek 4.7), která nese informace o materiálu – jeho názvu a ideálních skladových množstvích, ve kterých by se měl daný materiál pohybovat.

Material		
 p_id	Číslo řádku	int
 Name	Name	nvarchar(50) N,R
 OptZas	OptZas	decimal(18,3) N,R
 MinZas	MinZas	decimal(18,3) N,R
 MaxZas	MaxZas	decimal(18,3) N,R
 Description	Description	nvarchar(max),R

Obrázek 4.7 Schéma tabulky Material

4.1.5.1 Name

- sloupec typu řetězec nesoucí název materiálu

4.1.5.2 OptZas, MinZas a MaxZas

- tyto tři sloupce definují informaci o ideálních skladových zásob. *OptZas* říká, jaká je optimální hladina množství zásob daného materiálu, *MinZas* je hodnota, pod kterou se nesmí aktuální skladové množství materiálu po delší dobu nacházet, a *MaxZas* je naopak hodnota, kterou by nemělo aktuální skladové množství materiálu převýšit.

4.1.5.3 Description

- unicode řetězec o neomezené délce sloužící pro podrobnější popis materiálu, může být nulový

4.1.6 Tabulka MAINHIST

MainHist (Obrázek 4.8) je kopie tabulky *Main*, slouží ovšem k ukládání a archivaci výdejků.

MainHist		
 p_id	Číslo řádku	int
 Material (Material)	Material (Material)	int N,R
 Main (Main)	Main (Main)	int N,R
 Amount	Amount	decimal(18,3) N,R
 Output (Output)	Output (Output)	int N,R

Obrázek 4.8 Schéma tabulky MainHist

4.1.6.1 Material

- odkaz na tabulku *Material* – ukládá seznam materiálu.

4.1.6.2 Main

- odkaz na tabulku o aktuálním stavu skladu *Main*, pomocí tohoto odkazu se ukládají data při vytváření výdejků.

4.1.6.3 Amount

- sloupec, ve kterém je uloženo množství odebraného materiálu.

4.1.6.4 Output

- odkaz na tabulku výdejky *Output*.

4.1.7 Tabulka OUTPUT

Obdobu tabulky *Input*, neobsahuje však informace o příjmu zboží, ale o výdeji. Obsahuje sloupce jako:

Output		
 p_id	Číslo řádku	int
 Unload	Unload	nvarchar(50) N,R
 Date	Date	datetime2 N,R
 FirmCenter	FirmCenter	nvarchar(50) N,R

Obrázek 4.9 Schéma tabulky *Output*

4.1.7.1 Unload

- řetězec nesoucí jméno osoby či střediska, která výdejku vydávala

4.1.7.2 Date

- datum a čas vyskladnění (opět formát dd.mm.rrrr h:mm)

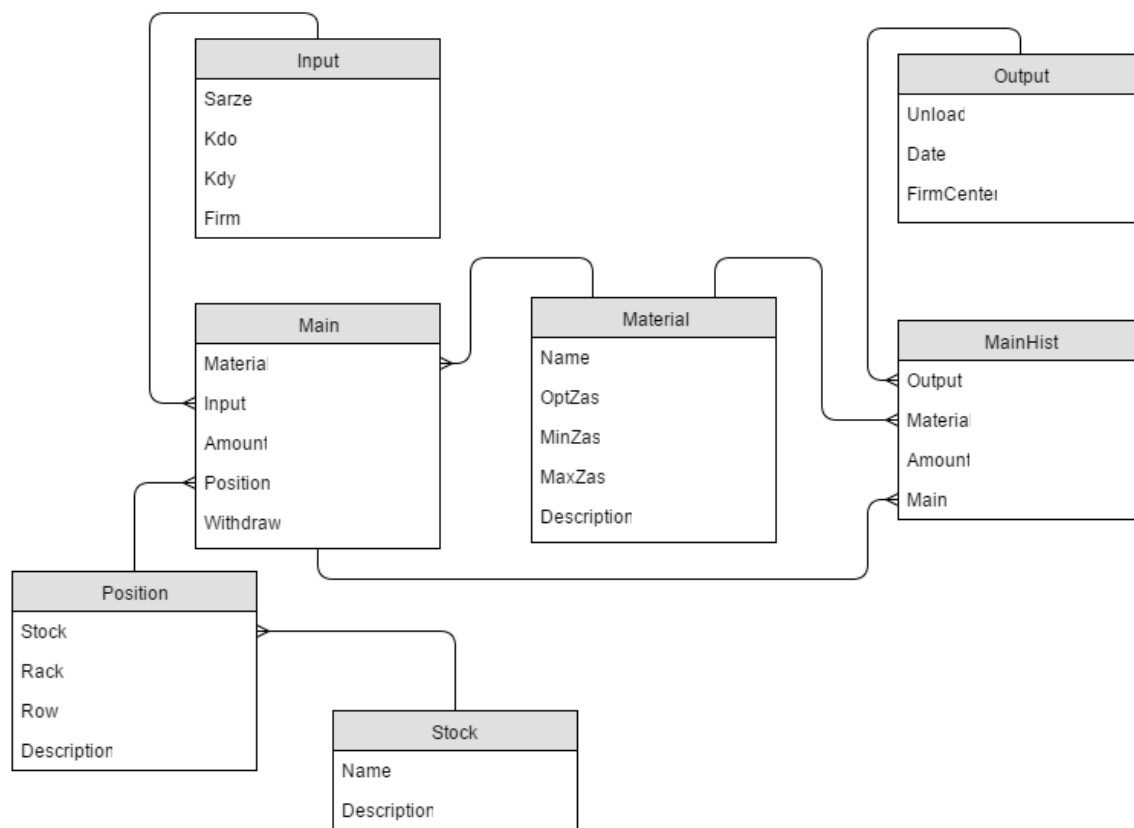
4.1.7.3 FirmCenter

- jméno firmy, centra či osoby, již je zboží vydáváno

4.2 E-R diagram

Na Obrázek 4.10 je znázorněn E-R diagram (neboli Entity-relationship diagram) navrhovaného skladového systému. Slovo entita obecně znamená nějaký objekt z reálného světa (v mém případě to jsou tabulky), každá entita má atributy (vlastnosti) – zde to jsou jednotlivé sloupce tabulek. Mezi entitami nastávají poté relace (vztahy), jejichž

kardinalita může být více druhů (1:1, 1:N, M:N) – v mém příkladu jsou všechny kardinality stejné, čili 1:N (jedna ku mnoha).

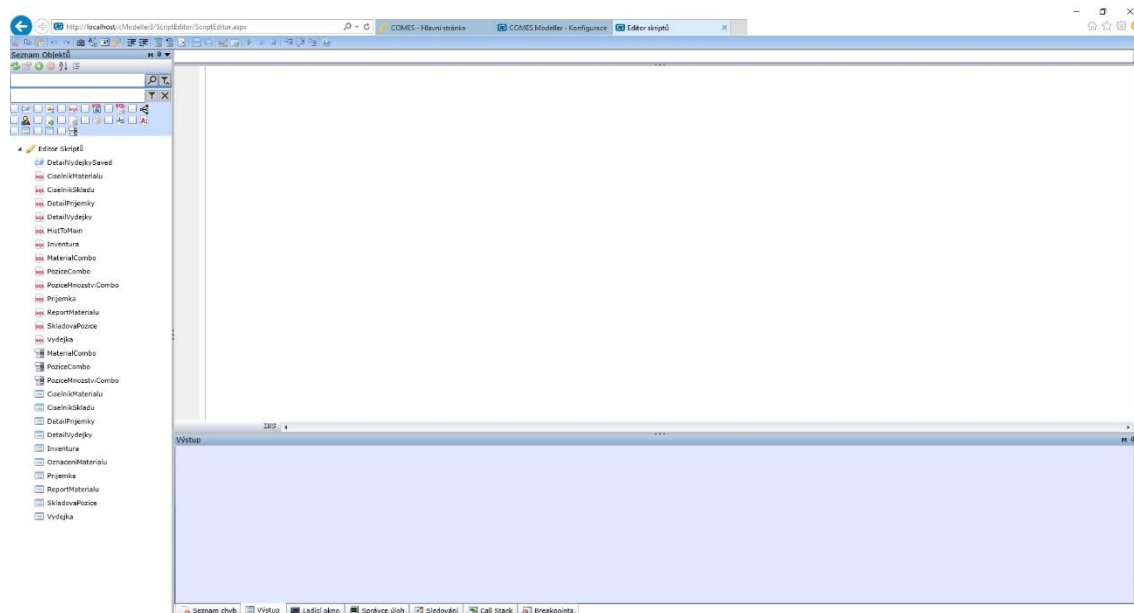


Obrázek 4.10 E-R diagram

4.3 Editor skriptů, tvorba SQL procedur, komb a formulářů

Veškeré zdrojové kódy jsem sepsal v *Editoru skriptů* (Obrázek 4.11), který pro svou funkčnost potřebuje mít nainstalovaný Microsoft Silverlight. Orientace a práce v editoru je velice přehledná a obsahuje velké množství pomocných funkcí při tvorbě kódu.

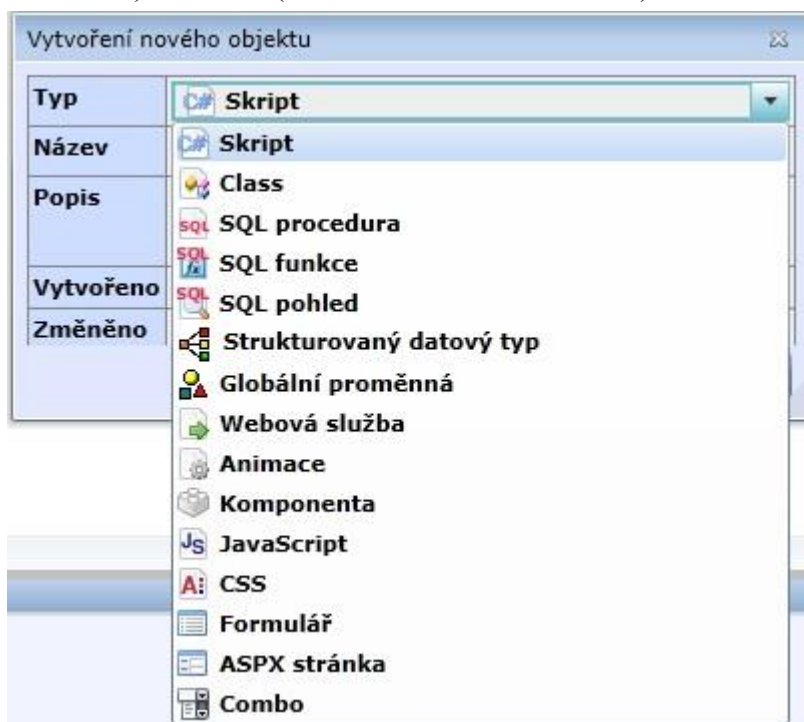
Ve spodní části pak máme konzoli, kam si můžeme pro kontrolu vypsát data ze skriptů a také tam můžeme sledovat, zdali se nevyskytli při kompilaci nějaké chyby, sledovat postupné kroky programu aj.



Obrázek 4.11 Editor skriptů

4.3.1 Vytváření kódu

Při vytváření objektů máme hned několik možností a podle našich požadavků si můžeme vybrat (Obrázek 4.12). Já jsem na celý program využil nejvíce jazyk SQL (procedury – podklad pro formuláře) a HTML (tvorba webového formuláře).

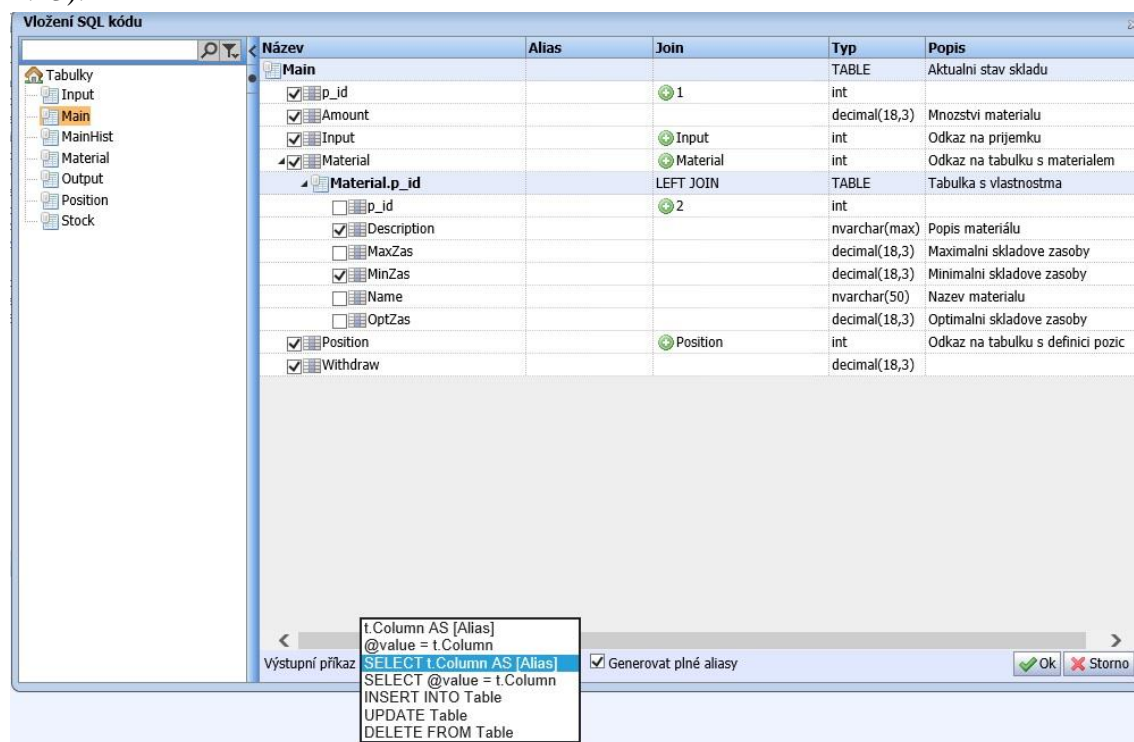


Obrázek 4.12 Vytváření objektu v Editoru skriptů

Jazyk C# je využit minimálně, a to u skriptu *DetailVydejkySaved*. Tento skript má za úkol získávat a upravovat data v tabulce *Main* a *MainHist* a zároveň kontroluje, zda požadované množství u výdejky je dostupné na skladě – pokud není, program zahlásí „Není skladem“. Na konci skriptu se volá jednoduchá SQL procedura na UPDATE tabulky *Main* a *MainHist*.

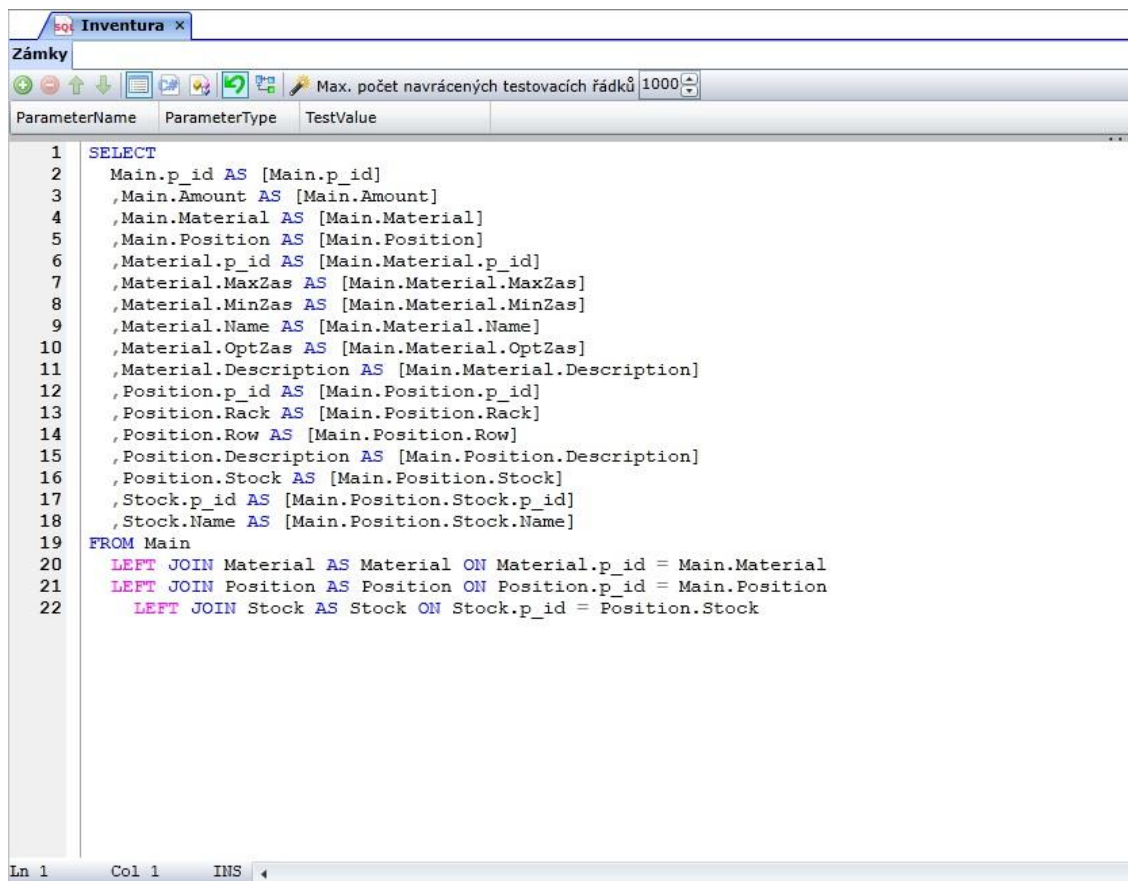
4.3.2 SQL procedury

Velmi vítanou funkcí editoru, kterou jsem velice ocenil, je pomocník *Wizard*. Tento pomocník pomáhá uživateli při psaní jednoduchých funkcí a příkazů v SQL (viz Obrázek 4.13).



Obrázek 4.13 Pomocník pro SQL kód

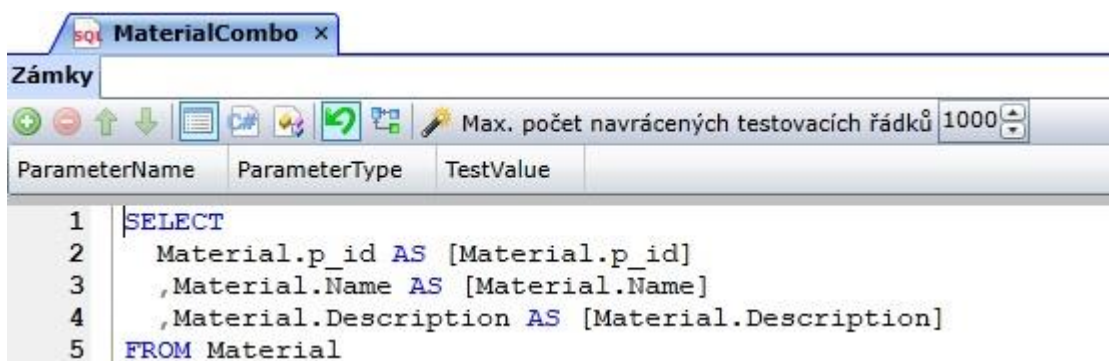
SQL procedury jsou velice důležitou součástí programu. Každý vytvořený webový formulář musí mít jako podklad SQL proceduru, která získává data z databáze a umožňuje tak formuláři tyto data zobrazit a pracovat s nimi. Všechny SQL skripty jsou téměř stejné. Ukázka jednoho zdrojového kódu je zobrazena na Obrázek 4.14, kde vidíme proceduru pro formulář zajišťující operaci na skladě jménem *Inventura*. Zde pomocí dotazu `SELECT` vybírám data z tabulky *Main*, přes kterou následně používám dotaz `JOIN` na tabulky *Material*, *Position* a *Stock* a následně se informace uloží do plných aliasů (název proměnné je vždy cesta od „nejvyšší“ tabulky až po danou informaci, tedy nejvnitřnější data mají alias např. *Main.Position.Stock.Name* – název skladu).



Obrázek 4.14 Ukázka SQL procedury pro formulář Inventury

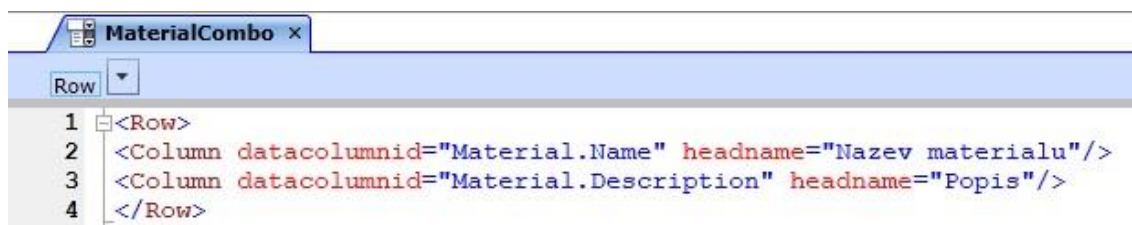
4.3.3 Komba

Uživatelská komba stejně jako formuláře potřebují jako podklad SQL proceduru. Kombo si můžeme představit jako „menší tabulku“, ze které může uživatel vybírat data při vyplňování formulářů. U každého komba jsou vidět pouze ta data, která programátor dotazuje v SQL proceduře (viz Obrázek 4.15) – zde je vidět, že v tomto kombu se dotazuje pouze na 2 věci, a to název a popis materiálu. V tělu kódu pro kombo se pak



Obrázek 4.15 SQL procedura pro kombo MaterialCombo

pomocí HTML příkazů volí položky, které se budou zobrazovat. Na Obrázek 4.16 je vidět příklad *MaterialCombo*, jež se používá při výběru materiálu u výdejek a příjemek. Pro větší přehlednost jsem také přidal do každého komba názvy sloupců (hlavní důvod byl, že u komba pro výběr pozice se vybírá z čísel regálů a řad a na první pohled nebylo jasné, který sloupec je který).



Obrázek 4.16 HTML kód pro kombo *MaterialCombo*

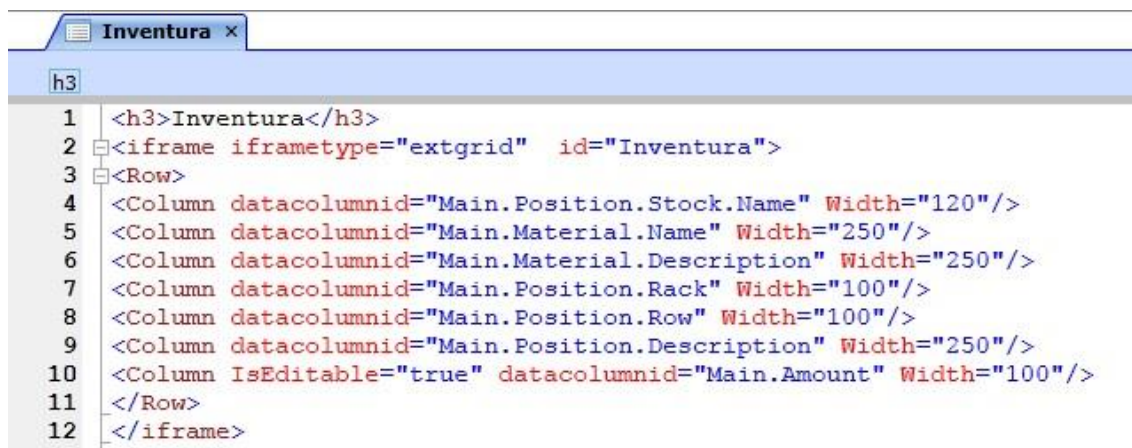
Jak jednotlivá komba vypadají přímo ve formulářích, je znázorněno na obrázcích Obrázek 5.10, Obrázek 5.11 a Obrázek 5.14.

4.3.4 Formuláře

Jak jsem zmínil výše, základem každého formuláře je SQL procedura, která „tahá“ data z databáze, aby následně formulář s těmito daty mohl pracovat. Formuláře se programují jazykem, jež se používá při vytváření webových stránek – tedy HTML.

Tělo formuláře je tvořeno v editační tabulce (*extrgrid*) pomocí HTML elementu *iframe*, který má vlastní ID a musí být jedinečné. Element *iframe* umožňuje aplikaci zobrazit na webové stránce (formulář) zobrazit jinou webovou stránku, v mém případě jsou to data, která dotazuje SQL procedura k danému formuláři. Uvnitř jsem poté pomocí tagu *column* vytvořil sloupce, kterým se předávají data a následně je zobrazují.

Editační tabulka se ve formulářích používá z důvodu, jak už název napovídá, že pokud předáme elementu *column* informaci *IsEditable*="true", můžeme pak daný sloupec editovat a ukládat tak data do databáze (je vidět ve zdrojovém kódu pro formulář *Inventura* na Obrázek 4.17).



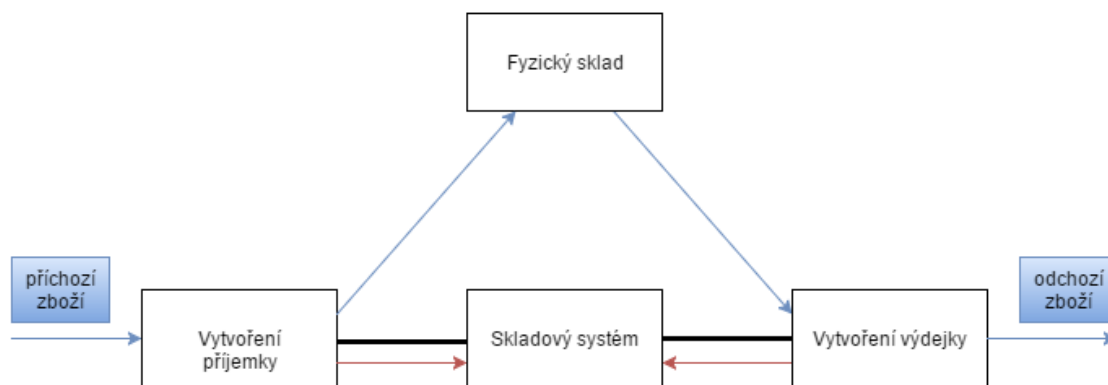
Obrázek 4.17 Zdrojový kód pro formulář *Inventura*

5 POPIS OVLÁDÁNÍ A PRINCIP FUNGOVÁNÍ SKLADU

Nyní je čas na bližší seznámení se skladovým systémem. V této kapitole popíšeme, jak se systém ovládá, jak se vytvářejí příjemky a výdejky, jak se definují nové pozice, nový materiál a také ukážeme možnost tisku čárového kódu.

5.1 Princip fungování

Na Obrázek 5.1 je znázorněn základní pohyb zboží a dat, přičemž cestu zboží popisuje modrá barva a cestu dat barva červená. Než začneme ve skladovém systému provádět nějaké operace nad materiálem, musí se nejprve přijmout na sklad – pomocí příjemky. Příjemka se tvoří ve skladovém systému, kde se ukládá přijaté množství, přijatý materiál a přiřazuje se oné položce skladová pozice ve fyzickém skladu. Po uložení příjemky se systém aktualizuje o přidaný materiál, zboží se přemístí do přiřazené skladové pozice a může se s daným materiálem pracovat dál – inventura či výdej zboží.

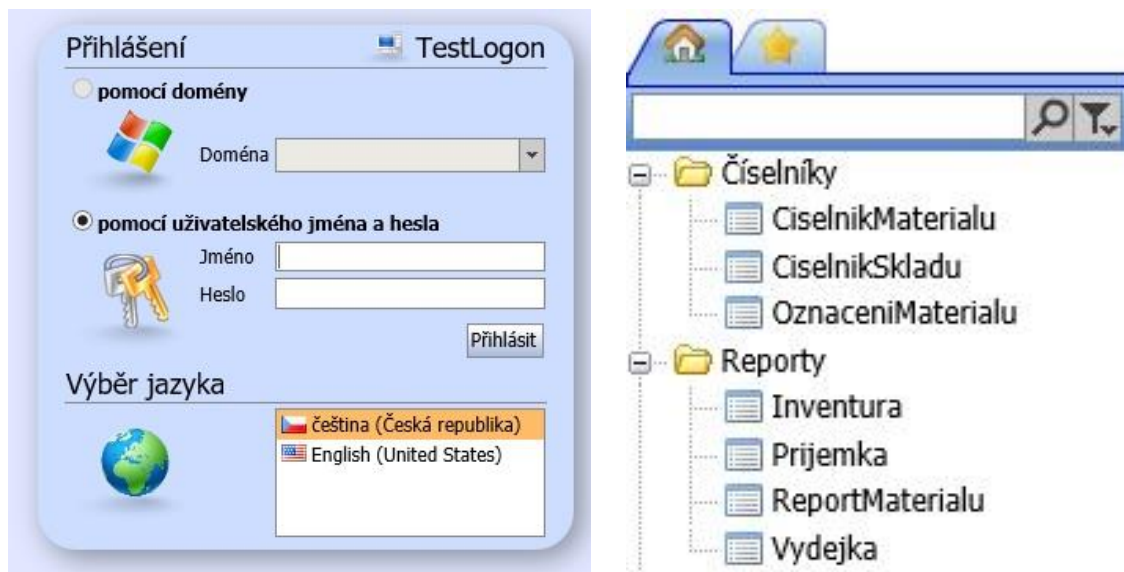


Obrázek 5.1 Schéma fungování skladového systému

Při výdeji zboží to funguje podobně – ve skladovém systému se vytvoří výdejka se seznamem materiálu, ten se dále z fyzického skladu odebere a je připraveno k přepravě (do výroby, k odběratelovi...). Jámile se výdejka uloží, ze skladového systému se odečte odebraný materiál.

5.2 Přihlášení do systému a hlavní obrazovka skladového systému

Pro přístup do systému je potřebné nejdříve přihlášení. To funguje jednoduše a to zadáním uživatelského jména a hesla. Po přihlášení se ihned dostáváme na úvodní obrazovku skladu, kde na levé straně vidíme dvě hlavní skupiny (přihlášení a seznam formulářů jsou na Obrázek 5.2) obsahující naprogramované formuláře – jsou to skupiny *Číselníky* a *Reporty*.



Obrázek 5.2 Přihlašovací obrazovka do systému a seznam formulářů

5.3 Číselníky



Tyto formuláře nejsou ničím jiným než seznamy. Nyní jednotlivé seznamy popíši.

5.3.1 CiselnikMaterialu

V tomto formuláři (Obrázek 5.3) se definuje materiál – konkrétně jméno a hodnoty pro optimální, minimální a maximální skladovou zásobu. Veškerý materiál, se kterým má sklad pracovat, musí být v tomto číselníku. Pokud tam není, nelze zboží přijímat ani vydávat. Když nastane situace, kdy na sklad přijde zboží, které není v seznamu materiálu, musí tam být přidán. Celé řádky se poté ukládají do tabulky *Material* (kapitola 4.1.5).

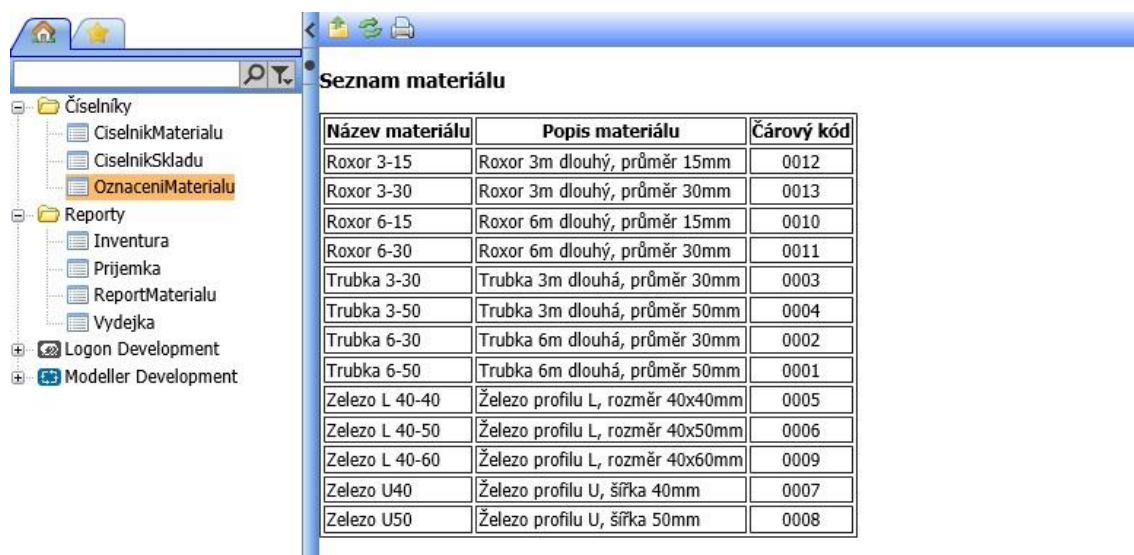
Název materiálu	Minimální zásoby	Optimální zásoby	Maximální zásoby
Zelazo U50	10	20	30
Zelazo L40	10	20	30
Zelazo L 40-50	10	20	30
Zelazo L 40-40	10	20	30
Trubka 6-30	10	20	30
Trubka 3-30	10	20	30
Roxor 6-30	10	20	30
Roxor 6-15	10	20	30
Roxor 3-30	10	20	30
Roxor 3-15	10	20	30

Obrázek 5.3 Formulář CiselnikMaterialu

K přidání položky slouží tlačítko  v horní části obrazovky. Po stisku se vytvoří nový řádek v tabulce a my musíme vyplnit údaje o materiálu. Nesmíme poté zapomenout uložit daný proces tlačítkem . V případě, že jsme všechno vyplnili správně, zahlásí program zprávou o úspěšném uložení dat.

5.3.2 OznaceniMaterialu


Zde je pomocí HTML kódu vytvořena tabulka (viz Obrázek 5.4), která slouží pro vytvoření čárového kódu pro materiál. Čárový kód se tvoří pomocí unikátního klíče *p_id* v tabulce *Material* (kapitola 4.1.5). Tento číselník je úzce spojen s *CiselnikMaterialu* a to tak, že cokoli se definuje v předchozím číselníku, je automaticky přeneseno do této tabulky a vytvoří se tak pro položku čárový kód.









The screenshot shows a web application window titled "Seznam materiálu". On the left is a sidebar with a tree view containing folders like "Číselníky" and "Reporty", and sub-items like "CiselnikMaterialu", "CiselnikSkladu", "OznaceniMaterialu", "Inventura", "Prijemka", "ReportMaterialu", "Vydejka", "Logon Development", and "Modeller Development". The main area displays a table with three columns: "Název materiálu", "Popis materiálu", and "Čárový kód".

Název materiálu	Popis materiálu	Čárový kód
Roxor 3-15	Roxor 3m dlouhý, průměr 15mm	0012
Roxor 3-30	Roxor 3m dlouhý, průměr 30mm	0013
Roxor 6-15	Roxor 6m dlouhý, průměr 15mm	0010
Roxor 6-30	Roxor 6m dlouhý, průměr 30mm	0011
Trubka 3-30	Trubka 3m dlouhá, průměr 30mm	0003
Trubka 3-50	Trubka 3m dlouhá, průměr 50mm	0004
Trubka 6-30	Trubka 6m dlouhá, průměr 30mm	0002
Trubka 6-50	Trubka 6m dlouhá, průměr 50mm	0001
Železo L 40-40	Železo profilu L, rozměr 40x40mm	0005
Železo L 40-50	Železo profilu L, rozměr 40x50mm	0006
Železo L 40-60	Železo profilu L, rozměr 40x60mm	0009
Železo U40	Železo profilu U, šířka 40mm	0007
Železo U50	Železo profilu U, šířka 50mm	0008

Obrázek 5.4 Formulář pro vytvoření čárových kódů

Tabulku je možné vytisknout pomocí tlačítka  v horní liště a uložit tak seznam do PDF souboru nebo jen zobrazit na stránce. Soubor vypadá, jak je znázorněno na Obrázek

Seznam materiálu



Název materiálu	Popis materiálu	Čárový kód
Roxor 3-15	Roxor 3m dlouhý, průměr 15mm	 0012
Roxor 3-30	Roxor 3m dlouhý, průměr 30mm	 0013
Roxor 6-15	Roxor 6m dlouhý, průměr 15mm	 0010
Roxor 6-30	Roxor 6m dlouhý, průměr 30mm	 0011
Trubka 3-30	Trubka 3m dlouhá, průměr 30mm	 0003
		

Obrázek 5.5 Vzhled vytisknutého souboru s čárovými kódy

5.5.

System je tak připraven i na čtečku čárových kódů, ovšem za předpokladu, že čtečka bude pracovat jako emulátor klávesnice – buď načte číselný kód, nebo se kód zadá ručně na klávesnici.

5.3.3 CiselnikSkladu

K definici nového skladu a skladových pozic slouží tento formulář, respektive dva formuláře. Na Obrázek 5.6 je vidět výčet definovaných skladů. Nový sklad můžeme přidávat opět přidávat pomocí tlačítka  v horní liště a opět nesmíme zapomenout na uložení pomocí tlačítka . Formulář data pak ukládá do tabulky *Stock* (viz kapitola 4.1.3).



Pozice	Název skladu	Popis skladu
	Trubky	Sklad trubek
	Zezezo	Sklad železného materiálu

Obrázek 5.6 Formulář pro definici skladu

V prvním sloupci tabulky si všimněme buněk, ve kterých je napsáno *Pozice* a obsahuje malou modrou šipku. Když na tuto buňku klikneme, přesměruje nás to na nový formulář (Obrázek 5.7), kde se definují skladové pozice. Zde platí stejná podmínka jak u *CiselnikMaterialu*, všechny skladové pozice (i sklady) musí být zde nadefinovány, jinak v systému neexistují, i když na skladě fyzicky jsou. Postup pro přidání pozice je stejný jak u předchozích formulářů.



Číslo regálu	Číslo řady	Popis skladové pozice
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	

Obrázek 5.7 Formulář pro definici skladových pozic

5.4 Reporty

Nyní si popíšeme formuláře, které mají na starost už některé operace na skladě. Jsou to formuláře pro příjemku, výdejku, inventuru a nakonec se podíváme na report materiálu.

5.4.1 Příjemka

Zde se seznámíme s přidáváním materiálu do skladu. V kapitole 5.1 jsem popsal, že než začneme nad kteroukoli položkou ve skladě pracovat, musí se nejdříve do skladu nějak „dostat“. To má za úkol formulář *Příjemka* (Obrázek 5.8).

Na této obrazovce se také ukládá historie příjemek (ukládá se v tabulce *Input* – kapitola 4.1.4). Pro vytvoření příjemky je zapotřebí vyplnit potřebné údaje znázorněné na obrázku (šarže může zůstat prázdná).


Přijal (jméno)	Datum přijetí	Přijem od firmy	Šarže
Detail příjemky	01.01.2000 0:00	MS	111111
Detail příjemky	01.01.2000 0:00	MS	šwvyy586

Obrázek 5.8 Formulář Příjemka

Další krok je přidělení dané příjemce seznam materiálu. Zde jsem to řešil, stejně jak u formuláře *CiselnikSkladu*, odkazem na obrazovku (Obrázek 5.9), kde se k příjemce přiřazuje seznam materiálu pomocí komba (Obrázek 5.10), které vybírá materiál nadefinovaný v číselníku, a pozice, která se vybírá přes kombo (Obrázek 5.11) ve sloupci *Regál* opět z předem nadefinovaných pozic (sloupec *Řada* se vyplní pak automaticky). Zbývá ještě doplnit přijaté množství a příjemka je hotová.

Název	Regál	Řada	Množství	Šarže
Trubka 6-50	1	1	12	
Trubka 6-30	2	1	7	
Zezezo U40	2	2	15	
Zezezo L 40-60	2	3	13	
Roxor 6-15	3	1	18	
Roxor 3-15	3	2	14	

Obrázek 5.9 Formulář pro detail příjemky

Po uložení formuláře se následující data ukládají do tabulky *Main* (kapitola 4.1.1). Příjemky je možné taky tisknout pomocí tlačítka v horní liště. Je zde také tlačítko  pro návrat na předchozí obrazovku.

Nazev materialu	Popis
Trubka 6-50	Trubka 6m dlouhá, průměr 50mm
Trubka 6-30	Trubka 6m dlouhá, průměr 30mm
Trubka 3-30	Trubka 3m dlouhá, průměr 30mm
Trubka 3-50	Trubka 3m dlouhá, průměr 50mm
Zezezo L 40-40	Železo profilu L, rozměr 40x40mm
Zezezo L 40-50	Železo profilu L, rozměr 40x50mm
Zezezo U40	Železo profilu U, šířka 40mm
Zezezo U50	Železo profilu U, šířka 50mm
Zezezo L 40-60	Železo profilu L, rozměr 40x60mm
Roxor 6-15	Roxor 6m dlouhý, průměr 15mm
Roxor 6-30	Roxor 6m dlouhý, průměr 30mm
Roxor 3-15	Roxor 3m dlouhý, průměr 15mm

Obrázek 5.10 Kombo pro výběr materiálu

Nazev skladu	Regal	Rada	Popis pozice
Trubky	1	1	
Trubky	2	1	
Trubky	3	1	
Trubky	4	1	
Zezezo	1	1	
Zezezo	1	2	
Zezezo	1	3	
Zezezo	1	4	
Zezezo	2	1	
Zezezo	2	2	
Zezezo	2	3	

Obrázek 5.11 Kombo pro přiřazení místa ve skladě

5.4.2 Vydejka

Na výdej zboží je zde vytvořen formulář *Vydejka* (Obrázek 5.12). Tato operace je založena na stejném principu jako formulář *Prijemka*, jsou zde základní informace o výdejce (kdo vyskladnil, datum vyskladnění a komu se vyskladnilo, ovšem zde jsem musel vyřešit jisté komplikace, které s výdejem souvisí.

Obrázek 5.12 Formulář *Vydejka*

Když přejdeme přes odkaz v poli *'Detail výdejky'* do vnořeného formuláře (Obrázek 5.13), najdeme zde editační tabulku pro vypisování seznamu materiálu pro výdej zboží. V prvním sloupci se opět vybírá přes uživatelské kombo materiál definovaný v číselníku materiálu. Druhý sloupec slouží k výběru pozice, ze které daný materiál budeme brát. Zde nastal první problém – zobrazovali se mi všechny pozice definované na skladě. Řešení

Obrázek 5.13 Formulář s detailem výdejky

jsem našel ve vytvoření nového komba, kterému se předává parametr z prvního sloupce a hledá to tak pouze takové pozice, kde je naskladněn materiál, který zvolíme v prvním sloupci. Abych zabránil zbytečné ztrátě času při hledání vhodného místa, kde je dostupné požadované množství materiálu, přidal jsem do komba i sloupec s dostupným množstvím na daném místě (viz Obrázek 5.14).

Nazev skladu	Regal	Rada	Dostupne mnozstvi
Trubky	2	1	7
Zezezo	2	2	5

Obrázek 5.14 Upravené kombo na výběr pozice pro výdejku

Druhý problém nastal při ukládání výdejky – zde jsem potřeboval vyřešit aktualizaci tabulky, aby se u daného materiálu odečetlo odebrané množství. Vytvořil jsem tak skript, který se volá automaticky při ukládání výdejky a mění tak sloupec *Withdraw* u tabulky *Main* (viz kapitola 4.1.1).

Pokud chceme odebrat nějaký materiál o množství 20 ze skladu, přičemž na skladě máme záznam o daném materiálu, že je naskladněný na dvou pozicích, kde je dostupné množství např. 10 a 15, musíme ve výdejce vytvořit dva záznamy o odběru stejného zboží, kde z první pozice vezmeme všech 10, a z druhé odebereme druhých 10.

5.4.3 Inventura

Skladový systém má také podporu inventury, která se vykonává přes formulář *Inventura* (Obrázek 5.15). Jedná se o jednoduchou stánku ukazující tabulku o 7 sloupcích, přičemž pouze sloupec *Množství* je editační.



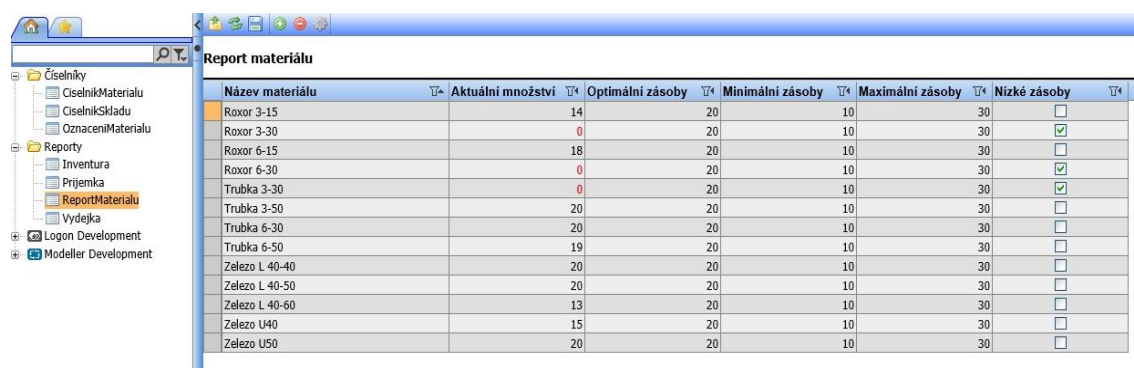
Název skladu	Název materiálu	Popis materiálu	Regál	Řada	Popis skladové pozice	Množství
Trubky	Trubka 6-50	Trubka 6m dlouhá, průměr 50mm	2	1		7
Trubky	Trubka 6-30	Trubka 6m dlouhá, průměr 30mm	3	1		20
Trubky	Trubka 3-50	Trubka 3m dlouhá, průměr 50mm	4	1		20
Zezezo	Trubka 6-50	Trubka 6m dlouhá, průměr 50mm	2	2		12
Zezezo	Zezezo L 40-40	Železo profilu L, rozměr 40x40mm	2	2		20
Zezezo	Zezezo L 40-50	Železo profilu L, rozměr 40x50mm	1	2		20
Zezezo	Zezezo U50	Železo profilu U, šířka 50mm	2	1		20
Zezezo	Zezezo U40	Železo profilu U, šířka 40mm	2	2		15
Zezezo	Zezezo L 40-60	Železo profilu L, rozměr 40x60mm	2	3		13
Zezezo	Raxor 6-15	Raxor 6m dlouhý, průměr 15mm	3	1		18
Zezezo	Raxor 3-15	Raxor 3m dlouhý, průměr 15mm	3	2		14

Obrázek 5.15 Formulář pro inventuru

Inventura pracuje na principu upravování příjemek na základě místa uložení ve skladě a podle jména. Každý řádek tak reprezentuje jednu položku příjemky. V případě nesrovnalosti v množství se pomocí tohoto formuláře upravují hodnoty v tabulce *Main*.

5.4.4 ReportMaterialu

Poslední z formulářů, mohl bych ho nazvat jako „výchozí stránku“, je obrazovka s editační tabulkou s reportem materiálu (Obrázek 5.16) sloužící jako informační tabulka, kde ani jeden sloupec nemůžeme upravovat. Tato tabulka má jediný úkol – ukazovat uživateli aktuální skladové zásoby ohledně množství. Každý řádek reprezentuje jeden materiál (pokud je materiál naskladněn na více místech, ve zdrojovém kódu se všechny stejné počítají, aby se ukazoval pouze jeden záznam o materiálu s celkovým množstvím na skladě) – názvy a data se získávají z tabulky *Material* (viz kapitola 4.1.5), respektive z formuláře *CiselnikMaterialu* (viz kapitola 5.3.1).




Název materiálu	Aktuální množství	Optimální zásoby	Minimální zásoby	Maximální zásoby	Nízké zásoby
Roxor 3-15	14	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Roxor 3-30	0	20	10	30	<input checked="" type="checkbox"/>
Roxor 6-15	18	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Roxor 6-30	0	20	10	30	<input checked="" type="checkbox"/>
Trubka 3-30	0	20	10	30	<input checked="" type="checkbox"/>
Trubka 3-50	20	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Trubka 6-30	20	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Trubka 6-50	19	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Zezezo L 40-40	20	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Zezezo L 40-50	20	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Zezezo L 40-60	13	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Zezezo U40	15	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Zezezo U50	20	20	10	30	<input type="checkbox"/>

Obrázek 5.16 Formulář ReportMaterialu

Zde jsem pro lepší práci se skladovými zásobami přidal funkci, která kontroluje hodnoty *Aktuální množství* a *Minimální zásoby*. V případě že aktuální množství materiálu na skladě klesne pod minimální hodnotu, zbarví se text ve sloupci *Aktuální množství* na červeně. Jako doplněk jsem přidal i sloupec typu *Checkbox* s názvem *Nízké zásoby*. Když tento sloupec je ve stavu check, znamená to, že je daný materiál potřeba doobjednat.

5.5 Filtrace dat

Všechny formuláře mají funkce, které uživatel velmi ocení. Jedna z funkcí je filtrace. Filtrovat můžeme podle jakéhokoliv sloupce ve formulářích a můžeme si tak zpřehlednit práci. Filtrace má znak  a je v nadpisu každého sloupce na pravé straně.

Jako příklad uvedu filtraci podle sloupce *Nízké zásoby* ve formuláři pro report materiálu. Po rozvinutí roletového menu filtrace máme na výběr hned několik možností – podle názvu sestupně a vzestupně, můžeme přidat i vlastní filtr a také můžeme použít data ze sloupce (viz Obrázek 5.17). Máme na výběr tak mezi daty *Ano* (znamená check) a *Ne* (uncheck).

Při zvolení *Ano* a stisknutí zelené fajfky se tak tabulka vytřídí a zobrazí pouze řádky, kde je v posledním sloupci check (pro nás to znamená, že zobrazený materiál je potřeba doobjednat). Formulář *ReportMaterialu* po vyfiltrování je zobrazen na Obrázek 5.18.

Report materiálu

Název materiálu	Aktuální množství	Optimální zásoby	Minimální zásoby	Maximální zásoby	Nizké zásoby
Roxor 3-15	14	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Roxor 3-30	0	20	10	30	<input checked="" type="checkbox"/>
Roxor 6-15	18	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Roxor 6-30	0	20	10	30	<input checked="" type="checkbox"/>
Trubka 3-30	0	20	10	30	<input checked="" type="checkbox"/>
Trubka 3-50	20	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Trubka 6-30	20	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Trubka 6-50	19	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Zezezo L 40-40	20	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Zezezo L 40-50	20	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Zezezo L 40-60	13	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Zezezo U40	15	20	10	30	<input type="checkbox"/>
Zezezo U50	20	20	10	30	<input type="checkbox"/>

Seřadit od A do Z
Seřadit od Z do A
Vlastní řazení
Vymazat filtr z Nizké zásoby
Filtry
Hledání
☒ (Vybrat vše)
☐ Ne
☒ Ano

Obrázek 5.17 Roletové menu filtrace

Report materiálu

Název materiálu	Aktuální množství	Optimální zásoby	Minimální zásoby	Maximální zásoby	Nizké zásoby
Roxor 3-30	0	20	10	30	<input checked="" type="checkbox"/>
Roxor 6-30	0	20	10	30	<input checked="" type="checkbox"/>
Trubka 3-30	0	20	10	30	<input checked="" type="checkbox"/>

Obrázek 5.18 Formulář *ReportMaterialu* po filtraci

6 ZÁVĚR

Hlavním úkolem bakalářské práce bylo vytvořit teoretický podklad k řízení skladových systémů, popsat, do které vrstvy v řízení podniku se řadí, jejich problematiku a důvod vzniku těchto systémů, a na základě zkušeností realizovat vzorový skladový systém ve výrobně informačním prostředí COMES od společnosti COMPAS Automatizace s. r. o., jež by splňoval základní funkcionalitu, jako jsou příjemky, výdejky, inventura, čárové kódy aj.

Součástí programu je SQL databáze vytvořená v modulu Modeller a zdrojové kódy psané převážně v jazyce SQL a HTML umožňující základní operace se skladem. Skladový systém je pro lepší názornost naplněn vzorovými daty týkající se konstrukce staveb a plynářského, respektive vodnářského, průmyslu – roxory, železa různých profilů, trubky. Systém by se dal uplatnit v menších skladech, kde nekladou velký nárok na velkou automatizaci (neboť se musí téměř vše zadávat ručně), komplexnost a objem materiálu, se kterým sklad pracuje. Obsluha systému je jednoduchá a doporučuji ji pro maximálně pět lidí.

Nevýhodou programu v nynějším stavu je to, že není vhodný pro větší firmy. Pro splnění takového úkolu by bylo zapotřebí využít více modulů, které aplikační prostředí COMES nabízí (Batch, Traceability a Historian). Při zapojení těchto modulů do projektu by pak bylo možné naprogramovat síť skladů, kde každý sklad by byl jinak orientovaný (jeden na výrobní materiál, další na polotovary,...), a pod jedním systémem pak i monitorovat veškeré pohyby mezi výrobou, expedicí a příjmem zboží.

Největším přínosem této bakalářské práce pro mě byla možnost vyzkoušení si práce a programování v informačním systému COMES, kde jsem se seznámil s veškerými funkcemi modulů Logon a Modeller a získal tak zkušenosti s programováním v SQL, HTML a C# jazyce. Jako další plus беру seznámení se s problematikou skladových systémů a zjištění kritérií, na které se musí při tvorbě takového systému brát ohled.

Literatura

- [1] Firemní dokumentace Compas automatizace, spol. s. r. o.
- [2] PÁSEK, J.: Programovatelné automaty v řízení technologických procesů. VUT Brno: Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2007.
- [3] ŠVARC, I.: Základy automatizace. VUT Brno: Fakulta strojního inženýrství, 2002.
- [4] COMES Historian – COMES solution for MES. COMES solution for MES. [online]. 2015. Dostupné z: <http://www.comes.eu/stahnete-si/2-cestina/moduly-comes/2-comes-historian>
- [5] COMES Modeller – COMES solution for MES. COMES solution for MES. [online]. 2015. Dostupné z: <http://www.comes.eu/stahnete-si/2-cestina/moduly-comes/3-comes-modeller>
- [6] COMES Batch – COMES solution for MES. COMES solution for MES. [online]. 2015. Dostupné z: <http://www.comes.eu/stahnete-si/2-cestina/moduly-comes/5-comes-batch>
- [7] COMES Logon – COMES solution for MES. COMES solution for MES. [online]. 2015. Dostupné z: <http://www.comes.eu/stahnete-si/2-cestina/moduly-comes/1-comes-logon>
- [8] Ekonomické a informační systému v praxi. SystemOnLine. [online]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/>
- [9] CVIS – Systémy řízených skladů budujeme na základě zkušeností z praxe. Centrum pro výzkum informačních systémů. [online]. 19.9.2012. Dostupné z: <http://www.cvis.cz/hlavni.php?stranka=novinky/clanek.php&id=1292>
- [10] WMS modul – MES systém IMPROVE IT!. MES systém IMPROVE IT!. [online]. 2016. Dostupné z <http://www.improveit.cz/WMS-Sklady-detail>
- [11] SCADA Servis s. r. o. [online]. 2016. Dostupné z <http://www.scadaservis.cz/>
- [12] AIMTEC – informační systémy pro výrobu a logistiku. [online]. 2015. Dostupné z <http://www.aimtec.cz/cz/>
- [13] Informační systém Karat. [online]. 2016. Dostupné z <http://www.karatsoftware.cz/>

Seznam příloh

Příloha 1. DVD-ROM

Příloha 1

- PDF verze bakalářské práce
- Soubor zaloha.zip se zdrojovými kódy pro programové prostředí COMES